



**Työterveyslaitos** | Arbetshälsoinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# **Digitaaliset palaute- ja oppimisjärjestelmät sisälogistiikassa – Uusia mahdollisuuksia työturvallisuuden edistämiseen**

LOGISAFE -TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI

**Perttula Pia  
Kannisto Henriikka  
Puro Vuokko  
Reuna Kaisa  
Lehtonen Esko  
Vorne Jarmo  
Maasalo Ida**





**Työterveyslaitos** | Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

# **Digitaaliset palaute- ja oppimisjärjestelmät sisälogistiikassa – Uusia mahdollisuuksia työturvallisuuden edistämiseen**

LOGISAFE -TUTKIMUSHANKKEEN LOPPURAPORTTI

Perttula Pia, Kannisto Henriikka, Puro Vuokko, Reuna Kaisa, Lehtonen Esko, Vorne Jarmo, Maasalo Ida

Työterveyslaitos  
Helsinki



**Työsuojelurahasto**  
Arbetarskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

**TOYOTA**

MATERIAL HANDLING



Työterveyslaitos  
Turvallisuusratkaisut  
PL 40  
00251 Helsinki  
[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

© 2019 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Työsuojelurahaston ja Toyota Material Handling:n tuella.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-892-4 (nid.)

ISBN 978-952-261-893-1 (PDF)

PunaMusta Oy, Tampere, 2019



## TIIVISTELMÄ

Sisälogistiikan työtehtävissä sattuu paljon työtapaturmia ja tavaroiden siirtämiseen liittyvistä työtapaturmista aiheutuu keskimäärin pidempiä sairauspoissaoloja kuin muista työtapaturmista. Toimenpiteitä työtapaturmien vähentämiseksi on tehty sisälogistiikassa, mutta työtapaturmatilastojen valossa on selvää, että tarvitaan uudenlaisia lähestymistapoja työturvallisuuden edistämiseen. Työelämän muuttuessa myös sisälogistiikassa ja trukinkuljettajien työssä käytetään enenevässä määrin uusia teknologisia ratkaisuja, joiden tavoitteena on erityisesti tehokkuuden lisääminen. Uusien teknologioiden käyttöönotto sisälogistiikassa nostaa esille kiinnostavan kysymyksen työturvallisuuden näkökulmasta: Voidaanko uusia teknologisia ratkaisuja hyödyntää myös työturvallisuuden edistämisessä?

Tämä kolmivuotinen interventiotutkimus toteutettiin kuudella työpaikalla ja tutkimuskohteena oli ensisijaisesti varastotyö ja trukkia työssään käyttävät henkilöt. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko työturvallisuutta ja työprosessin sujuvuutta edistää digitaalisten palaute- ja oppimiskäytäntöjen avulla sisälogistiikassa. Tutkimuksessa käytetyt interventiot olivat trukkeihin liitetty kalustonhallintajärjestelmä sekä hankkeessa kehitetty videopohjainen oppimispeli. Tutkimusaineisto muodostui kalustonhallintajärjestelmän keräämästä ajodatasta, oppimispelin yhteydessä kerätystä pelidatasta, sekä kyselyillä ja haastatteluilla kerätyistä aineistoista. Aineistoja analysoitiin sekä tilastollisin että laadullisin menetelmin.

Trukinkuljettajien yleisimmin kohtaamia häiriö- ja kuormitustekijöitä olivat aikapaineeseen liittyvät haasteet sekä näkyvyyteen ja sisäliikennejärjestelyihin liittyvät haasteet. Työpaikkojen turvallisuusilmapiirissä ei tutkimushankkeen aikana ilmennyt muutosta trukinkuljettajien vastausten perusteella.

Perusedellytykset uuden teknologian käyttöönottoon olivat kohdeyrityksissä kunnossa, sillä trukinkuljettajat suhtautuivat kyselyn mukaan positiivisesti uuden teknologian tuomiin mahdollisuuksiin työn sujuvuuden ja turvallisuuden edistämisessä. Kalustonhallintajärjestelmästä saadun tiedon hyödynnettävyyttä ei tutkimushankkeen aikana tunnistettu turvallisuuden edistämisen keinona. Kalustonhallintajärjestelmän olemassaolo oli tunnistettu, mutta sen keräämän datan hyödyntäminen ei ainakaan hankkeen aikana nostanut turvallisuusasioita yhteiseksi puheenaiheeksi eikä dataa hyödynnetty systemaattisesti turvallisuuden kehittämistoimien suunnitteluun. Oppimispeliin osallistuneet trukinkuljettajat kokivat pelaamisen hyödyllisenä ja mo-



net osallistujat kertoivat alkaneensa kiinnittää enemmän huomiota työympäristönsä vaaranpaikkoihin pelaamisen jälkeen.

Uuden teknologian käyttöönotto on toteutettava suunnitelmallisesti, ja se vaatii yhtä lailla panostusta turvallisuusviestintään kuin mikä tahansa turvallisuuden edistämiseksi tehtävä toimenpide työpaikalla. Jotta digitaalisia palaute- ja oppimiskäytäntöjä voidaan aidosti hyödyntää turvallisuuden edistämässä, tulee varmistaa, että asianosaiset osaavat käyttää niitä, sekä varmistaa tuen saannin mahdollisuus. On myös huomattava, että valmiudet uusien teknologioiden käyttöönottoon vaihtelevat huomattavasti eri henkilöiden välillä. Digitaalisten palaute- ja oppimiskäytäntöjen käyttöönotosta saatavat hyödyt riippuvat siitä, käytetäänkö kertyvää dataa systemaattisesti ja monipuolisesti osana turvallisuuden suunnittelua ja johtamista. Turvallisuustoimenpiteiden hyödyllisyys edellyttää yhtä lailla sitoutumista kaikilla organisaatiotasolla kuin myös jatkuvaa yhteistä keskustelua turvallisuusasioista.



## ABSTRACT

Occupational accidents occur during in-house logistics work operations, and material transfer-related accidents cause longer disabilities than other work accidents. Despite measures to reduce accidents in in-house logistics, accident statistics show that new safety promotion approaches are needed. As working life continuously changes, in-house logistics work and forklift drivers increasingly use new technical solutions which mainly target increased efficiency. When taken into use, new technology raises an interesting question from the perspective of occupational safety: Can new technology also be utilized to improve occupational safety?

This three-year intervention study was conducted at six workplaces and the study targets were in-house logistics work and forklift drivers. The objective of the study was to determine whether occupational safety and the flow of work process can be promoted with the aid of digital feedback and learning systems in in-house logistics. The interventions used in the study were a fleet management system connected to forklift trucks and a video-based learning game that was developed during the study. The study material consisted of data from the fleet management system, data gathered from the video-based learning game, and surveys and interviews. We analysed the data using quantitative and qualitative methods.

The most common disturbances and load factors for forklift drivers were challenges related to time pressure, visibility and in-house traffic arrangements. According to the forklift drivers' responses, the safety climate remained stable during the study project.

Forklift truck drivers regarded new technology as positive for improving safety and work fluency. The data gathered from the fleet management system were not properly recognized as a way in which to promote safety during the study project. Although the existence of the system was acknowledged, the data gathered were not a common topic of safety discussion and were not systematically utilized for planning safety operations. The players of the learning game considered the game useful and many participants responded that they began paying more attention to the hazards of their work environment after participating in the game intervention. Even though there were improvements in the participants' learning game results, we consider these to be mostly related to the increased understanding of the game's logic.



When implementing new technology at the workplace, it should be planned carefully and communication should be adequate, as in any operation promoting safety at the workplace. In order to properly utilize digital feedback and learning systems, the users' ability should be ensured, as should the possibility to receive support when needed. Readiness to adopt new technology varies between individuals and this should be taken into account when planning its implementation. The benefits gained from digital feedback and learning solutions depend on the way in which the data is used; on whether it is a systematic part of planning and managing safety. The usefulness of safety operations requires commitment on all organizational levels, as well as continuous mutual discussion on safety issues.



## ESIPUHE

Sisälogistiikan työturvallisuuden edistäminen digitaalisten ratkaisujen avulla osoitautui tarpeelliseksi tutkimusalueeksi, ja tarve alan tutkimukselle oli ilmeinen. Interventiotutkimuksen toteuttaminen jatkuvasti kehittyvällä sisälogistiikan alalla oli myös haasteellista, koska tutkimussuunnitelman johdonmukainen toteuttaminen dynaamisessa toimintaympäristössä sisälsi paljon yhteensovitettavia elementtejä. Olemme kiitollisia hankkeen rahoittajille, Työsuojelurahastolle ja Toyota Material Handling:lle, jotka mahdollistivat hankkeen toteutuksen.

Hankkeeseen osallistuneiden yhteistyöyhteyksien sitoutuminen ja panostus käytännön toteutukseen oli edellytys tutkimuksen toteuttamiselle. Kiitämme lämpimästi hankkeen kohteena olleita yrityksiä yhteistyöstä tutkimuksen eri vaiheissa. Erityiskiitos yritysten yhteyshenkilöille, jotka hoitivat tutkimushankkeen toteutukseen liittyvät käytännön järjestelyt ja mahdollistivat aineistonkeruun työpaikoillaan. Tutkimukseen osallistuneita trukinkuljettajia haluamme kiittää heidän yhteistyöhalukkuudestaan ja osallistumisestaan.

Hankkeen tutkijat haluavat kiittää oppimispelin pilotointiin osallistuneita Työterveyslaitoksen työntekijöitä, Pasi Polvea avustamisessa videokuvausten toteuttamiseksi, Martina Bozicia videoklippien editoinnista. Eero Lanttoa haastatteluaineiston läpikäymisestä sekä Tarja Heikkilää avustamisesta viestintään liittyvissä tehtävissä.

Kiitämme hankkeen ohjausryhmää tuesta ja hyödyllisistä kommentteista hankkeen eri vaiheissa. Olemme erityisen iloisia erinomaisesti toimineesta yhteistyöstä Työterveyslaitoksen ja Helsingin Yliopiston tutkijoiden välillä.

Kiitos kaikille hankkeessa mukana olleille!

Helsingissä 30.10.2019

Hankkeen tutkijat





# SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>10</b>
1.1	Työturvallisuus tavaransiirrossa.....	10
1.2	Turvallisuustason arviointi.....	12
1.3	Sisälogistiikan sähköinen hallintajärjestelmä.....	13
1.4	Pelillinen oppiminen turvallisuudessa .....	14
<b>2</b>	<b>Tutkimuksen tavoitteet .....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Hankkeen toteuttajat, yhteistyöverkosto ja ohjausryhmätyö .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Tutkimuksen toteutus, aineisto ja menetelmät .....</b>	<b>19</b>
4.1	Tutkimusasetelma ja tutkimusvaiheet .....	19
4.2	Menetelmät ja aineistonkeruu.....	20
4.3	Kohdetyöpaikkojen turvallisuustiedot.....	21
4.4	Tutkimuskysely .....	21
4.4.1	Tutkimuskyselyn toteutus .....	21
4.4.2	Tutkimuskyselyn analysointi.....	24
4.5	Tutkimushaastattelut.....	26
4.6	Interventio 1: Kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotto .....	28
4.6.1	Arviointi kalustonhallintajärjestelmän hyödyntämisestä turvallisuuden edistämiseen.....	30
4.6.2	Kalustonhallintajärjestelmään kertyvän datan analysointi .....	30
4.7	Interventio 2: Tutkimuksessa kehitetty oppimispeli .....	31
4.7.1	Taustaa trukinkuljettajien oppimispelille .....	31
4.7.2	Pelin kehittäminen .....	32
4.7.3	Oppimispelin pilotointi .....	33
4.7.4	Peli-intervention toteutus kohdetyöpaikoilla .....	34
<b>5</b>	<b>Tulokset .....</b>	<b>38</b>
5.1	Alku- ja loppukyselyyn osallistuneet vastaajat.....	38
5.2	Trukkia ajavien työvuorot ja työajat.....	39
5.3	Trukkityöhön liittyvät häiriö- ja kuormitustilanteet.....	40
5.4	Vaaratilanteista ilmoittaminen.....	42



5.5	Turvallisuusilmapiiri 2016 ja 2018 .....	44
5.6	Turvallisuuteen liittyvät ohjeet .....	47
5.7	Turvallisuuskäytännöt ja turvallisuuden kehittäminen .....	49
5.8	Kohdetyöpaikkojen näkemyksiä uusista teknologioista ja niiden hyödyntä- mismahdollisuuksista .....	51
5.9	Tuloksia kalustonhallintajärjestelmän käytöstä (interventio 1) .....	52
5.9.1	Intervention 1 toteutuminen .....	52
5.9.2	Trukkien käyttö ja iskut hankkeen aikana .....	56
5.10	Oppimispeliin liittyvät tulokset .....	58
5.10.1	Oppimispelin interventiokriteerien toteutuminen .....	59
5.10.2	Oppimispelissä kehittymiseen liittyvät tulokset .....	61
<b>6</b>	<b>Tulosten tarkastelu .....</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>Johtopäätökset .....</b>	<b>70</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>73</b>

# 1 JOHDANTO

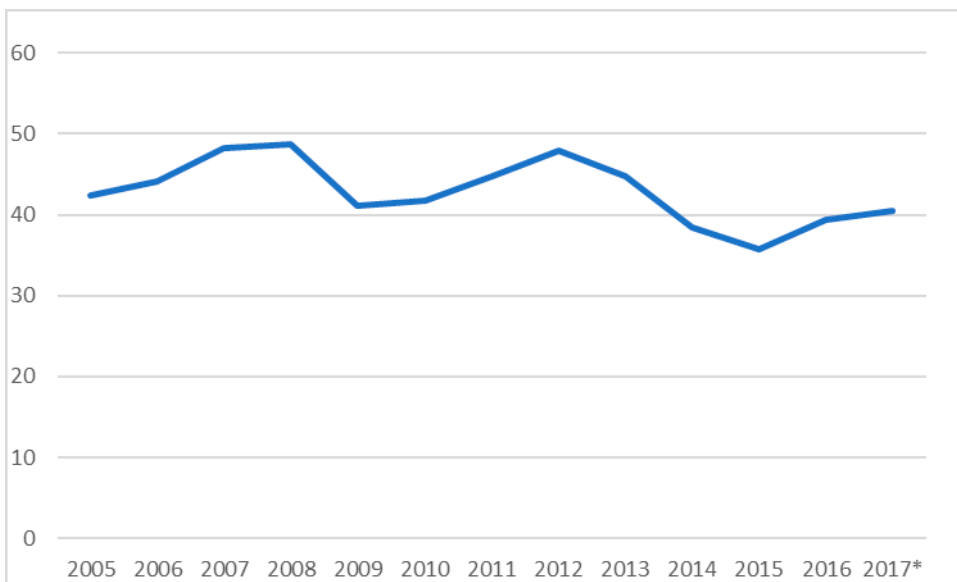
## 1.1 Työturvallisuus tavaransiirrossa

Logistiikkaa arvioidaan usein tehokkuuden ja tuottavuuden näkökulmasta, tavoitteena saada tavara siirtymään mahdollisimman nopeasti ja kustannustehokkaasti ilman turhia odotusaikoja varastoinnissa (Hameri & Lehtonen 2001; Jeschonowski, Schmitz, Wallenburg & Weber 2009; Koskinen 2009). Tuottavuutta voi lisätä myös parantamalla työturvallisuutta. Työturvallisuuden vaikutusta tuottavuuteen on arvioitu työtapaturmien aiheuttamien kustannusten kannalta siten, että työturvallisuuden heikkeneminen heikentää myös tuottavuutta, mikä näkyy esimerkiksi työtapaturmien aiheuttamina suorina ja epäsuorina kustannuksina (Gavious, Mizrari, Shani & Minchuk 2009) sekä myös yrityksen heikentyneellä julkisuuskuvalla (Smallman & John 2001).

Tavaransiirroissa sattuu paljon työtapaturmia: Suomessa tavaransiirrot aiheuttavat neljäsosan kuolemaan johtaneista työtapaturmista (Perttula & Salminen 2012). Lisäksi tavaroiden siirtämiseen liittyvistä työtapaturmista aiheutuu pidemmät poissaolot työstä kuin muista työtapaturmista (Perttula, Kiurula, Merjama & Laitinen 2003). Sisälogistiikassa tavaransiirtoihin liittyviä työtapaturmia sattuu paljon ja trukkityöhön liittyy työtapaturmariskejä (Perttula 2013).

Sisälogistiikan työturvallisuutta on tutkittu tapaturmantorjunnan näkökulmasta. Näissä tutkimuksissa on noussut riskitekijöinä esiin työntekijöiden fyysinen kuormittuminen manuaalisessa ja mekaanisessa tavaransiirrossa (Denis, St-Vincent, Imbeau & Trudeau 2006; Lanoie & Trottier 1998) sekä siirrettävän tavarantoiminnan laadusta johtuvat riskit (St-Vincent, Denis, Imbeau & Laberge 2005). Fyysiseen kuormittumisen ehkäisyä on edistetty ergonomiaan liittyvällä tutkimuksella (Roman-Liu 2010; Mack, Haslegrave & Gray 1995). Perinteisten tapaturmien taustatekijöihin kohdistuvien tutkimusten lisäksi sisälogistiikan alalla on tutkittu myös turvallisuustietoisuutta ja huomion kohteena ovat olleet myös psykologiset ja käyttäytymistieteelliset tekijät (de Koster, Stam & Balk 2011). Trukkiturvallisuuteen liittyvässä interventiotutkimuksessa pääpaino ennen-jälkeen asetelmalla oli työympäristöön tehtyjen muutosten vaikutusten arvioinnissa (kuten esimerkiksi jalankulkijoiden ja trukkien erottaminen eri reiteille) (Horberry, Larsson, Johnston & Lambert 2004).

Tapaturmataajuus varastointi- ja liikennettä palvelevalla toimialalla on korkeampi kuin keskimääräisesti muilla toimialoilla (Kuva 1). Trukinkuljettajien ammattiryhmässä työtapaturmien määrä on ollut laskusuunnassa viime vuosina, ja siitäkin huolimatta työpaikkatapaturmia sattuu trukinkuljettajille laskennallisesti joka kolmas päivä (Tapaturmavakuutuskeskus 2019). Sisälogistiikan töissä, kuten esimerkiksi varastoissa, riskiryhmässä ovat kuitenkin muutkin kuin ne, jotka ajavat siellä koneilla. Australialaistutkimuksessa todettiin, että puolet trukkitapaturmista tapahtuivat törmäyksen seurauksena (Saric, Bab-Hadiashar, Hoseinnezhad & Hocking 2013).



Kuva 1. Tapaturmataajuuden muutos varastointi- ja liikennettä palvelevalla toimialalla vuosina 2005-2017 (lähde: Tapaturmavakuutuskeskus).

Sisälogistiikassa tapaturmat liittyvät usein trukkien käyttöön (de Koster et al. 2011). Tapaturmien taustalla on usein varastojen suuri liikennemäärä, eri kulkumuotojen liikkuminen samoilla alueilla sekä aikapaine varastotyössä. Trukilla liikutaan usein ahtaissa tiloissa, mikä asettaa haasteita trukinkuljettajan työskentelyyn, koska kuljettajan tulee hallita työympäristön pysyvien ja työskentelyalueella liikkuvien henkilöiden lisäksi trukin liikeradat (Saric, Bab-Hadiashar, Hoseinnezhad & Hocking 2013).

Trukinkuljettajan työn haasteena on myös ainakin ajoittain näkyvyyden rajoittuneisuus näkökentän edessä olevan siirrettävän tavarän ja työympäristön ahtauden vuoksi. Trukinkuljettajan työn riskitekijät liittyvät mm. työympäristöön; valaistus, kulkutie (kunto, merkinnät, siisteys ja järjestys, näkyvyys ym.) sekä fyysiseen kuormittumiseen

ja psykososiaalisiin tekijöihin. Suomen virallisen tilaston (2018) mukaan työelämän monista muutoksista huolimatta varastotyötä tehdään edelleen, ja ala on ollut kasvussa jo usean vuoden ajan sekä yritysten lukumäärän, henkilöstön että liikevaihdon osalta (Taulukko 1). Osto- ja kulutustottumusten muuttumisenkaan ei poista varastoinnin tarvetta; tästä esimerkkinä nettikaupan suosion lisääntyminen, mikä näkyy toiminnan muutoksessa varastotoiminnan keskittämisenä. Tästä syystä varastotyön turvallisuuden kehittäminen on tulevaisuudessakin tärkeää.

**Taulukko 1. Varastoalan kehitys vuosina 2007-2017 yritysten ja henkilöstön määrän sekä liikevaihdon osalta (Lähde: Suomen Virallinen Tilasto).**

Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta	2007	2013	2017
Yrityksiä	1 617 kpl	1 980 kpl	1 942 kpl
Henkilöstö	23 961	26 053	23 091
Liikevaihto (€)	5,5 miljardia	6,4 miljardia	6,4 miljardia

Työtapaturmien ehkäisyyn sisälogistiikan tehtävissä ja tavaransiirroissa voidaan panostaa ja panostetaankin edistyneillä työpaikoilla. Tässä tutkimuksessa arvioidaan, voidaanko työturvallisuutta edistää digitaalisten palaute- ja oppimisjärjestelmien avulla.

## 1.2 Turvallisuustason arviointi

Turvallisuustasoa arvioitaessa tarvitaan monipuolisia mittareita, joilla voidaan mitata paitsi lopputuloksia (output measure), myös turvallisuutta edistävien toimintojen toteuttamista (leading/performance indicator) (mm. Steen 1996; Reason 1997; Reiman & Pietikäinen 2012; Dyreborg 2009; Hinze et al. 2013). Tulostittareina käytetään perinteisesti tapaturma- ja poikkeamataajuuksia, kun taas suoritustittareita voivat olla esimerkiksi prosessien toteutumisen arviointi, sekä ilmapiirin ja työskentelytapojen mittaaminen. Turvallisuusilmapiirin ja työtapaturmien välistä yhteyttä tarkasteltaessa oletetaan yleensä, että hyvän turvallisuusilmapiirin omaavissa yrityksissä sattuu vähemmän tapaturmia kuin heikon turvallisuusilmapiirin yrityksissä, ja oletus on saanut tukea myös tutkimuksissa (esim. Hoffmann & Stetzer 1996, Zohar 2000, Hoffman & Mark 2006, Clarke 2006). de Koster et al. (2011) esittivät turvallisuusilmapiirin tutkimisen varastotyössä tekijänä, jonka arvioiminen on hedelmällistä.

Tässä tutkimuksessa turvallisuustasoa ja sen muutosta arvioidaan turvallisuusilmapii-ri- ja työn sujuvuuden kartoituksella (kyselytutkimus), sekä selvittämällä poikkeama- ja vaaratilannetutkintaan liittyviä prosesseja. de Koster et al. (2011) toteavat myös, että varastotyössä sattuvia työtapaturmia on mahdollista myös vähentää esimerkiksi läheltäpiti-tilanteita raportoimalla. Tässä tutkimushankkeessa tarkastellaan myös, onko trukkeihin asennettavalla kalustonhallintajärjestelmällä turvallisuutta edistävää vaikutusta.

### 1.3 Sisälogistiikan sähköinen hallintajärjestelmä

Sisälogistiikan hallintaa on kehitetty paljon viime vuosien aikana. Sisälogistiikan tehostamiseen on kehitetty ja otettu käyttöön digitaalisia sovelluksia, joiden avulla voidaan tehostaa työvoiman käyttöä ja tavaransiirtojen prosesseja. Varastoissa ja terminaaleissa tehtävässä työssä on järjestelmien kehittymisen myötä siirrytty enemmän paperilistojen avulla kerättävän ja toteutettavan tiedonsiirtoprosessin sijaan digitaaliseen tiedonsiirtoon. Varastonhallintajärjestelmät mahdollistavat tavaravirtojen ja varastopaikkojen sijoittelun ja löydettävyyden tehokkuuden lisäämiseen. Varastonhallintajärjestelmien lisäksi sisälogistiikan tehostamiseksi on kehitetty erilaisia kalustonhallintajärjestelmiä, joiden tarkoituksena on mm. hallita varastoissa käytettävän kaluston huoltotoimenpiteitä ja käyttöastetta. Kehittyneiden järjestelmien myötä sisälogistiikan ja varastojen hallinta on helpottanut reaaliaikaisen ja ennakoivan toiminnan tehostamista.

Vaikka sisälogistiikkaan on kehitetty viime vuosina uutta teknologiaa, niin niiden merkitystä työturvallisuuteen ja työn sujuvuuteen ei ole juurikaan tutkittu. Ajotavan seuranta- ja palautejärjestelmiä on kehitetty ja tutkittu jo pidempään maantieliikenteessä (esimerkiksi Innamaa & Penttinen 2014). Tavoitteena on usein ollut taloudellinen ajaminen, mutta myös turvallisuus. Kuljettajan kiihtyvyys- ja nopeusprofiilit vaikuttavatkin lupaavalta tavalta ennustaa onnettomuusalttiutta (af Wåhlberg 2007; Sagberg, Selpi, Bianchi Piccinini & Engstrom 2015). Tässä hankkeessa tutkitaan uuden teknologian hyödyntämistä alalla, jossa on perinteisistä toimenpiteistä huolimatta suuri työtapaturmariski. Tutkimuksessa hyödynnetään olemassa olevaa tekniikkaa työturvallisuuden edistämisen tiedonlähteenä yhteistyössä sisälogistiikka-alan työpaikkojen kanssa.

## 1.4 Pelillinen oppiminen turvallisuudessa

Turvallisuuteen voidaan vaikuttaa useilla tekijöillä, esimerkiksi työntekijöiden kouluttamisella ja turvallisen työn edistämällä tiedonvälityksen keinoin. Varastoalalla tehdyn tutkimuksen mukaan työturvallisuutta on voitu kehittää keskittymällä koulutuksessa turvattomien työskentelytapojen muokkaamiseen (Cohen & Jensen 1984). Turvallisuuteen liittyvän koulutuksen vaikuttavuuden kehittämiseksi on hyödyllistä löytää uusia menetelmiä turvallisuuskoulutukseen.

Tässä tutkimuksessa kehitetään pelillistä oppimista, jonka tarkoituksena on edistää trukinkuljettajien kykyä tunnistaa ja ennakoida vaaratilanteita trukilla ajettaessa. Monet trukinkuljettajien tapaturmista liittyvät aikapaineesta johtuvaan liialliseen nopeuteen (Saric et al. 2013), mikä heikentää myös riskien havaitsemista työympäristössä.

Videoihin ja simulaatioihin perustuvaa vaaratilanteiden ennakkointikoulutusta on viimeisten vuosikymmenten aikana menestyksellisesti kehitetty ja sovellettu tieliikenteessä, erityisesti uusilla kuljettajilla (katsaus McDonald, Goodwin, Pradhan, Romoser & Williams 2015). Tyypillisesti koulutuksessa esitetään joukko tilanteita, joissa hyvällä havainnoinnilla ja/tai tilanteen tulkinnalla voidaan toimia siten, että vaaratilanne voidaan välttää.

Helsingin yliopiston Liikennetutkimusyksikössä on tutkittu pyöräilijöiden vaarojen havaitsemista ja ennakkointitaitojen opettamista pelillisellä sovelluksella (Lehtonen, Havia, Kovanen, Leminen & Saure 2015; Sahlberg, Lehtonen, Rovamo & Summala 2015). Tässä tutkimuksessa kehitetty pelillinen koulutusinterventio muodostaa jatkumon näistä aikaisemmista pyöräilijöiden parissa tehdyistä tutkimuksista.

Pelillinen lähestymistapa ennakkointikoulutukseen tarjoaa useita etuja. Pelaaminen koetaan usein itsessään palkitsevaksi, joten pelillinen oppiminen voi tukea oppijoiden motivaatiota, etenkin silloin, jos motivaatio osallistua perinteiseen opetukseen ei ole korkea (Connolly, Boyle, Macarthur, Hainey & Boyle 2012). Ennakkointitaitojen oppiminen on erityisen tärkeää aloitteleville kuljettajille, jotka ovat tyypillisesti nuoria. Nuoret ovat yleensä tottuneita tietokoneiden käyttäjiä ja pelaajia. Tällöin pelillinen oppiminen voi olla heille luonteva tapa oppia asioita. Hyvä oppimismotivaatio lisää opiskeluun käytettävää aikaa ja tukee muitakin oppimisen kannalta edullisia itesesäätelystrategioita (Pintrich & de Groot 1990).



Pelillisuus myös mahdollistaa oppimisen haastavuuden sovittamisen oppijan oman tason mukaiseksi ja voidaan tarjota välitön palaute suorituksesta, mihin muuten päästäisiin vain henkilökohtaisella ohjauksella (Moreno & Mayer 2005). Pelillinen oppiminen voi siis olla tässä tapauksessa myös kustannustehokkaampaa.

Pelillä voidaan myös esittää opetettavia asioita sellaisessa muodossa, joka harjoittaa samoja taitoja kuin oikeastikin tarvitaan. Hankkeessa kehitetyssä pelissä hyödynnettiin trukinkuljettajan näkökulmasta kuvattuja videoita, joissa esiintyi todellisia trukki-työhön liittyviä tilanteita ja olosuhteita. Pelaajan täytyi havainnoida ja tulkita tilanteita tehokkaasti, ja hän sai pelin kautta välitöntä palautetta suoriutumisestaan.





## 2 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voidaananko työturvallisuutta ja työprosessin sujuvuutta edistää digitaalisten palaute- ja oppimisjärjestelmien avulla sisälogistiikassa. Tutkimuksessa kehitetään pelillistä oppimista, jonka tarkoituksena on edistää trukinkuljettajien kykyä tunnistaa ja ennakoida vaaratilanteita trukilla ajettaessa.

Keskeisimmät tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten kalustonhallintateknologian (digitaalinen palaute- ja seurantajärjestelmä) käyttöönotto vaikuttaa valittuihin turvallisuusmittareihin?
2. Voidaanko videopohjaisella vaarojen ennakointi -oppimispelillä (digitaalinen oppimissovellus) lisätä työntekijöiden kykyä tunnistaa ennakoiden työssä esiintyviä vaaratilanteita?
3. Miten työntekijät suhtautuvat uusien teknologioiden käyttöön?

Tutkimuksessa käytettävät turvallisuusmittarit on esitetty Taulukko 2:ssa.



## Taulukko 2. Turvallisuusmittarit, joiden avulla tutkimuskysymyksiä lähestytään.

Tutkimuskysymys	Mittarit
1. Uuden varastossa käytettävän teknologian käyttöönoton vaikutukset valittuihin turvallisuusmittareihin	<p>Tapahtuuko trukilla ajoon liittyvien pienten iskujen, kiihdytysten tai törmäysten määrässä muutoksia?</p> <p>Tapahtuuko tapaturmien tai läheltäpiti-tilanteiden määrässä muutoksia?</p> <p>Tapahtuuko tutkimuskyselyn vastauksissa muutoksia?</p> <p>Miten kohdetyöpaikoilla arvioitiin muutoksia?</p>
2. Voidaanko videopohjaisella vaarojen ennakointi -oppimispelillä lisätä työntekijöiden kykyä tunnistaa ennakoiden työssä esiintyviä vaaratilanteita?	<p>Onko pelanneiden ja ei-pelanneiden välillä eroja vaarojen havaitsemiseen kuluva ajassa?</p> <p>Onko pelin pelaamisella vaikutusta havaittujen vaaranpaikkojen havaitsemiseen?</p> <p>Kehittykö yksilön suoriutuminen oppimispelissä pelikertojen määrän kasvaessa?</p> <p>Heijastuuko peli-interventio myös trukilla-ajoon (esim. kiihdytykset, iskut, läheltäpiti-tilanteet)?</p>
3. Miten työntekijät suhtautuvat uusien teknologioiden käyttöön?	<p>Minkälaisia käyttäjäkokemuksia uuden teknologian hyödyntämisestä saadaan?</p>

### 3 HANKKEEN TOTEUTTAJAT, YHTEISTYÖVERKOSTO JA OHJAUSRYHMÄTYÖ

Tutkimushankkeen päätoteuttajana oli Työterveyslaitos, jonka tutkimusryhmä muodostui työturvallisuustutkijoista ja tilastoasiantuntijasta.

Hankkeessa kehitetty trukinkuljettajien oppimispeli kehitettiin ja siihen liittyvät tulokset analysoitiin yhteistyössä Helsingin Yliopiston Liikennetutkimusyksikön tutkijoiden kanssa.

Tutkimushankkeen rahoitti Työsuojelurahasto, Toyota Material Handling Finland Oy ja Työterveyslaitos.

Hankkeen kohdeyritykset ovat erikoistuneita sisälogistiikkaan ja niissä tehtiin merkittävästi trukkityötä: Also Finland Oy, DB Schenker Oy, Pilkington Automotive Finland Oy ja Postnord Oy sekä sen tiloissa toimiva Transval. Tutkimus toteutettiin tutkimusvaiheesta riippuen kuudessa tai seitsemässä eri toimipaikassa, joita tässä raportissa kutsutaan kohdetyöpaikoiksi.

Tutkimushankkeella oli ohjausryhmä, johon kuului rahoittajien edustajat ja kohdeyritysten edustajat sekä oppimisen ja interventiotutkimuksen asiantuntijat. Ohjausryhmä kokoontui tutkimushankkeen aikana viisi kertaa: 5.10.2016, 14.2.2017, 29.11.2017, 29.5.2018 ja 27.5.2019. Ohjausryhmässä esiteltiin ja käsiteltiin tutkimuksen toteutussuunnitelmaa, projektin etenemistä, alustavia tuloksia, viestintää ja kulloinkin ajankohtaisia aiheita. Viimeisen ohjausryhmän kokouksen yhteydessä järjestettiin kaikille avoin seminaari, jossa esiteltiin hankkeen tuloksia ja johtopäätöksiä sekä pohdittiin yhdessä onnistumisen edellytyksiä uuden teknologian käyttöönotossa työpaikoilla.

## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS, AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimushanke toteutettiin 1.6.2016 - 30.10.2019 ajanjaksolla. Tutkimus toteutettiin interventiotutkimuksena, jossa arvioitiin kahden eri intervention vaikutuksia työturvallisuuteen kuudella eri kohdetyöpaikalla. Interventioiden vaikutusta työturvallisuuden arvioitiin analysoimalla muutoksia mm. turvallisuusilmapiirissä ja työturvallisuustoiminnassa.

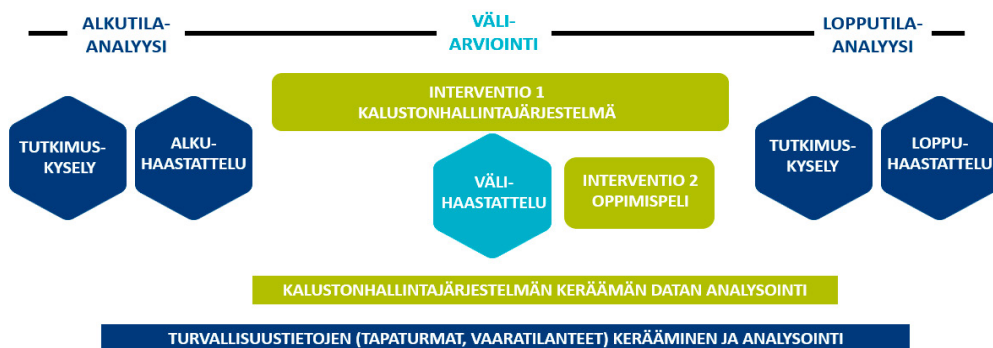
Interventio 1 oli sisälogistiikan sähköinen hallintajärjestelmä, johon kerääntyy trukin käyttöön liittyvää dataa (ks. tarkemmin kappale 4.6).

Interventio 2 oli hankkeessa laadittu videopohjainen, tietokoneella käytettävä oppimispeli, jonka tarkoituksena on lisätä kuljettajien kykyä ennakoiden tunnistaa mahdolliset riski- ja vaaratilanteet (ks. tarkemmin kappale 4.7).

Interventioiden vaikutuksia arvioitiin hyödyntämällä sekä määrällisiä että laadullisia mittareita (ks. esim. Goldenhar & Schulte 1994; Shannon, Robson & Guastello 1999).

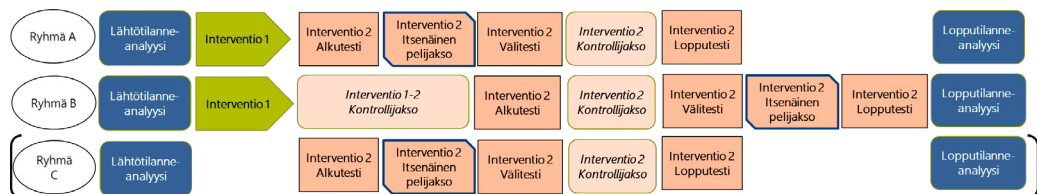
### 4.1 Tutkimusasetelma ja tutkimusvaiheet

Tutkimus muodostui viidestä eri vaiheesta alla esitetyn kuvan mukaisesti (Kuva 2).



Kuva 2. Tutkimuksen vaiheet.

Tutkimukseen osallistuneet kohdetyöpaikat jaettiin kahteen ryhmään A ja B (Kuva 3). Interventio 1:n liittyvä datankeruu käynnistyi kummassakin ryhmässä hankkeen alussa, kun taas intervention 2 osalta asetelma mukailee käänteisen replikoinnin asetelmaa. Interventiossa 2 A-ryhmä suoritti itsenäisen pelijakson alku- ja välitestin välissä, kun taas B-ryhmä suoritti itsenäisen pelijakson väli- ja lopputestin välissä. Lisäksi B-ryhmässä toteutettiin A-ryhmää pidempi 1. intervention datankeruujakso ennen 2. intervention aloitusta. Tutkimushankkeessa oli alun perin tarkoitus muodostaa kolme koeryhmää, joista C-ryhmä olisi ollut interventio 1:n suhteen kontrolliryhmänä, mutta hankkeen käynnistyessä kävi ilmi, että myös C-ryhmän työpaikalla oli käynnistetty interventio 1. Näin ollen tutkimus toteutettiin ilman C-ryhmää.



Kuva 3. Suunniteltu ja toteutunut tutkimusasetelma. Suunnitelmasta poiketen C-ryhmää ei pystytty muodostamaan tutkimuksessa.

## 4.2 Menetelmät ja aineistonkeruu

Alkutila-analyysi toteutettiin selvittämällä nykyisiä käytäntöjä kohdetyöpaikoissa liittyen häiriöihin, läheltäpiti-tilanteisiin sekä sattuneisiin työtapaturmiin. Tietoja kerättiin useammalla tavalla: läpikäymällä yritysten omia turvallisuustietoja, tutkimuskyselyllä sekä haastattelemalla kohdetyöpaikkojen työntekijöitä ja esimiehiä. Alkutila-analyysi tehtiin hankkeen käynnistyessä. Osassa kohdetyöpaikoissa oli aloitettu kalustonhallintajärjestelmän käyttö (interventio 1) ennen tutkimuksen alkua.

Väliarvioinnissa selvitettiin puolistrukturoitujen haastattelujen avulla mahdollisia turvallisuuden kehittämiseksi tehtyjä toimenpiteitä ja muita muutoksia edeltävän vuoden aikana. Lisäksi toteutettiin strukturoituja haastatteluja, joilla kartoitettiin kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottoa ja hyödyntämistä.

Lopputila-analyysissä toteutettiin tutkimuskyselystä seurantakysely ja alkuhaastatteluja vastaavat loppuhaastattelut. Loppuhaastatteluja täydennettiin lisäksi kysymyksillä osallistuvien organisaatioiden kokemuksiin ja kehittämistarpeisiin tutkimusinterventioina toteutettuihin prosesseihin liittyen. Käytetyt aineistot ja menetelmät on kuvattu tarkemmin kappaleissa 4.3-4.7.

Lisäksi arvioimme interventioiden toteutumista ja se on kuvattu kappaleissa 5.9.1 ja 5.10.1.

## 4.3 Kohdetyöpaikkojen turvallisuustiedot

Vaaratilanne- ja työtapaturmatietojen perusteella selvitettiin kohdetyöpaikkojen työturvallisuuden tasoa. Turvallisuuden kehittymistä osallistujaorganisaatioissa seurattiin ja arvioitiin organisaatioiden itse ilmoittamien turvallisuustietojen avulla. Kohdetyöpaikoilta pyydettiin tutkimukseen osallistuvista toimipaikoista seuraavat tiedot vuosilta 2013-2018:

- Henkilöstön määrä ja tehdyt työtunnit
- Työpaikkatapaturmat
- Työmatkatapaturmat
- Sairauspoissaolot päivinä
- Vakavien työpaikkatapaturmien lukumäärä
- Vaara ja läheltäpiti-ilmoitusten lukumäärät.

Turvallisuustietoaineiston analysointi toteutettiin arvioimalla työpaikkakohtaisesti tapaturmataajuuksia. Turvallisuustiedot toimivat tutkijoille vertailupohjana tutkimushankkeessa kerätylle aineistolle. Osassa kohdetyöpaikoissa oli tapahtunut suuria työympäristö- ja henkilöstömuutoksia, minkä johdosta eri vuosien tiedot eivät olleet kaikilta osin vertailukelpoisia.

## 4.4 Tutkimuskysely

### 4.4.1 Tutkimuskyselyn toteutus

Tutkimuskyselyllä selvitettiin henkilöstön näkemyksiä työn turvallisuudesta, sujuvuudesta ja tuottavuudesta. Kysely nimettiin neutraalisti eikä korostettu turvallisuusnäkökulmaa, jotta kyselyn toteutuksen vaikutus turvallisuusilmapiiriin olisi mahdollisimman vähäinen.

Tutkimuskysely toteutettiin hankkeen alussa syksyllä 2016 (alkukysely) sekä hankkeen lopussa syksyllä 2018 (loppukysely) seitsemällä eri toimipaikalla. Yhden toimipaikan oli tarkoitus toimia verrokkina muihin tutkimuskohteisiin, ja sinne toteutettiin tämän tutkimuksen yhteydessä pelkästään kyselyt. Verrokkikohteen kyselyn vastaus-



prosentti jäi alhaiseksi, jonka johdosta vertailua ei toteutettu. Kyselyt toteutettiin yrityskohtaisesti joko sähköisenä kyselynä Digium Enterprise tai Questback -ohjelmalla tai paperisilla kyselylomakkeilla. Kyselyyn osallistuminen oli vapaaehtoista ja mahdollista työajalla.

Tutkimuskysely muodostui seuraavista osioista:

- A) Taustatiedot (12 monivalintakysymystä vastaajaan, työsuhteeseen ja työtehtäviin liittyen)
- B) Työn sujuvuus ja häiriöt (33 väittämää työhön liittyvien häiriötilanteiden yleisyydestä)
- C) Työn turvallisuus (15 avointa tai monivalintakysymystä sattuneista tapaturmista, turvallisuushavainnon ilmoittamisesta ja ilmoittamatta jättämisen syistä, turvallisuusohjeiden noudattamisesta janoudattamatta jättämisen syistä)
- D) Turvallisuusilmapiiri työpaikallasi (Pohjoismainen turvallisuusilmapiirikysely NOSACQ, jossa 50 monivalintaväittämää)
- E) Kokemuksia tietoteknisistä ratkaisuista (10 monivalintaväittämää tietotekniisiin ratkaisuihin ja niiden mahdollisuuksiin liittyen)

Tutkimuskyselyn A, B- ja C-osat laadittiin tätä tutkimusta varten hyödyntäen kirjallisuutta aiemmista tutkimuksista. D-osa muodostuu Pohjoismaisesta työturvallisuusilmapiiriin kyselylomakkeesta (NOSACQ). E-osa muodostettiin valitsemalla ja suomentamalla tarkoituksenmukaiset väittämät Godoen ja Johansenin (2012) teknologiavalmiusindeksistä (TRI). Lisäksi loppukyselyssä oli kolme väittämää liittyen kalustonhallintajärjestelmästä saatujen tietojen hyödyntämiseen.

NOSACQ-kyselylomake (NOSACQ) (Kines et al. 2011) perustuu kirjallisuuteen ja aiempiin empiirisiin tutkimuksiin. Kyselyssä turvallisuusilmapiiriin määritelmänä on sosiaalisen yksikön jäsenten keskuudessa vallitsevat yhteiset havainnot koskien toimintatapoja, menettelytapoja ja käytäntöjä johto- ja ryhmätasolla, jotka vaikuttavat organisaatiossa tarkasteltavalla hetkellä. Kysely sisältää 7 dimensiota: 1) Turvallisuusasioiden priorisointi ja johdon kyky hoitaa asioita, 2) Kuinka johto osallistaa henkilöstöä, 3) Johdon oikeudenmukaisuus turvallisuusasioissa, 4) Työntekijöiden sitoutuminen turvallisuusasioissa, 5) Turvallisuuden priorisointi ja riskien hyväksymättömyys työntekijöiden taholta, 6) Työtovereiden kommunikointi, oppiminen ja luottamus turvallisuusasioissa, ja 7) Työntekijöiden luottamus turvallisuusjärjestelmien tehokkuuteen. Kysely on testattu Pohjoismaissa rakennusalalla kolmessa peräkkäisessä pilotititestissä. Lisäksi kysely on testattu Ruotsissa elintarviketeollisuuden henkilöstöstä



tehdylle otokselle. Menetelmän luotettavuus on testattu rakenneyhtälömallinnuksella sekä Rasch-analyysillä. Pilottitestauksen tulokset vahvistivat kyselyn luotettavuuden ja validiteetin. (Törner et al. 2008) Kyselyä on käytetty turvallisuusilmapiirin arviointiin mm. siirtotyöläisten keskuudessa Euroopassa (Guldenmund, Cleal & Mearns 2013).

Taulukko 3:ssa on esitetty kyselyyn osallistuneiden määrät ja vastausprosentit.

### Taulukko 3. Tiedot tutkimuskyselyistä

	Alkukysely	Loppukysely
Ajankohta	syksy 2016	syksy 2018
N		
yhteensä	404	252
vaihteluväli	10-179	5-135
Vastausprosentti		
kaikki	50 %	31%
vaihteluväli kaikki	23-70 %	14-74 %
<b>Trukkia ajavat</b>		
<b>N yhteensä</b>	<b>216</b>	<b>137</b>
<b>N vaihteluväli</b>	<b>10-62</b>	<b>3-46</b>
<b>Trukkia ajavien osuus kaikista vastaajista</b>	<b>53 %</b>	<b>54 %</b>

Alkukysely toimitettiin 842 henkilölle ja siihen saatiin 404 vastausta, joten kokonaisvastausprosentti oli 48 %. Työpaikkakohtaiset vastausprosentit vaihtelivat 23-70 % välillä. Reilu puolet vastaajista käytti trukkia työssään.

Loppukysely toimitettiin 808 henkilölle ja vastauksia saatiin 252 kappaletta, jolloin vastausprosentti oli 31 %. Työpaikkakohtaiset vastausprosentit vaihtelivat 14-74 % välillä. Loppukyselyn vastausprosentti oli alhaisempi kuin alkukyselyn.

Tässä raportissa käsitellään kyselyiden osalta niiden työntekijöiden vastauksia, jotka ajavat työssään trukkia vähintään pienen osan työajastaan.



Tutkijat kävivät esittelemässä organisaatiokohtaiset alkukyselyn tulokset yrityksissä erillisissä esittelytilaisuuksissa (kesto 1-2 h). Työpaikkakohtaisesti tilaisuuksiin osallistui 3-10 henkilöä edustaen työntekijöitä, linjajohtoa ja työsuojelun yhteistoimintahenkilöstöä. Samalla kerättiin teemoja, joista muodostettiin lisäkysymyksiä välihaastatteluihin (esim. kohdetyöpaikalla tapahtuneisiin muutoksiin ja kehitystoimiin liittyen).

#### 4.4.2 Tutkimuskyselyn analysointi

Kyselytulosten analysointi toteutettiin portaittain. Ensimmäisessä osassa tutkittiin frekvenssianalyysillä kyselytulosten jakaumia niin alku- ja loppukyselyn välillä kuin eri vastaajaryhmien välillä. Toisessa osassa toteutettiin faktorianalyysi, jossa aineiston kysymyksistä muodostettiin faktoreita. Kolmannessa osassa tuloksia analysointiin regressioon avulla.

Kyselystä muodostettiin erilaisia faktoreita. Pohjoismaisen turvallisuusilmapiirin (NOSACQ) kysymysten dimensiot muodostettiin yleisen NOSACQ ohjeistuksen pohjalta. Tutkimuksessa muodostetut faktorit keskittyivät B-osan työn sujuvuuteen ja häiriöihin keskittyviin osioihin. Käytimme vain havaintoja vastaajista, jotka ajavat trukkia työssään, ja joilla ei ole puuttuvia vastauksia mihinkään osion kysymyksiin. Faktorit muodostettiin eksploraatiivisella faktorianalyysillä pohjalta. Faktorien lukumäärä määritettiin eigenarvojen perusteella. Analyysissä käytettiin suorakulmarotaatiomenetelmää. Lopullisiin faktoreihin valittiin kysymykset joiden faktorilataukset olivat yli 0,5. Faktoreiden Cronbachin alfat on raportoitu seuraavassa taulukossa (Taulukko 4). Cronbachin alfa kuvaa faktoreiden sisäistä yhtenäisyyttä. Se perustuu väittämien väliin korrelaatioihin ottaen huomioon väittämien lukumäärän. Tilastollisen analyysin lisäksi tutkijaryhmä kävi faktorit läpi, varmistaen että niihin sisältyvät väittämät ovat teoreettisesti yhtenäiset.

Työn sujuvuus -muuttujista muodostui edellä mainitun mukaisesti neljä faktoria. Faktorit ja niiden Cronbachin alfat on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 4).

**Taulukko 4. Työn sujuvuus -kysymysten perusteella muodostetut faktorit ja niiden Cronbachin alfat.**

<b>Faktori</b>	<b>Väittämien lukumäärä</b>	<b>Cronbachin alfa 2016</b>	<b>Cronbachin alfa 2018</b>
Faktori A1: Kognitiiviseen toimintaan tai tiedonkäsittelyyn liittyvät virheet, haasteet ja häiriöt <i>(esim. Lähdit liikkumaan väärään suuntaan tai sijaintisi oli eri kuin luulit)</i>	8	0.88	0.77
Faktori A2: Merkintöihin liittyvät haasteet <i>(esim. Työskentely- tai vaara- aluetta ei ole merkitty selkeästi tai oikealla tavalla).</i>	2	0.88	0.78
Faktori A3: Työssä tarvittavaan tietoon ja tiedonkulkuun liittyvät haasteet <i>(esim. Viestejä tai tiedotteita tulee liikaa, eikä kaikkia viitsi lukea tai ehdi sisäistää).</i>	2	0.73	0.68
Faktori A4: Aikapaineeseen liittyvät haasteet <i>(esim. Koet painetta kiirehtiä työssäsi esimerkiksi esimiehen, työtoverin, asiakkaan tms. takia)</i>	2	0.66	0.64

Sisälogistiikan työn häiriötekijöihin liittyvien kysymysten faktorianalyysi tuotettiin samoin perustein kuin työn sujuvuuteen liittyvä faktorianalyysi. Kyseisestä analyysistä muodostui kolme faktoria. Faktorit, niihin sisältyvien väittämien lukumäärät sekä Cronbachin alfat on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5).

**Taulukko 5. Työn häiriötekijöihin liittyvät faktorit ja niiden Cronbachin alfat.**

<b>Faktorit</b>	<b>Väittämien lukumäärä</b>	<b>Cronbachin alfa 2016</b>	<b>Cronbachin alfa 2018</b>
Faktori B1: Sisäliikennejärjestelyihin liittyvät haasteet (esim. Varaston/terminaalin liikennesäännöissä epäselvyyksiä)	4	0.84	0.79
Faktori B2: Kuorman käsittelyyn tai siirtämiseen liittyvät haasteet (esim. Taakka putoaa tai meinaa pudota)	6	0.84	0.79
Faktori B3: Näkyvyyteen liittyvät haasteet (esim. Risteyskohdassa huono näkyvyys)	2	0.78	0.72

## 4.5 Tutkimushaastattelut

Tutkimuksen eri vaiheissa toteutettiin haastatteluja osallistuvien organisaatioiden toimipisteissä osana alkutila-analyysia, väliarviointia ja lopputila-analyysia. Alkuhaastatteluissa syksyllä 2016 sekä loppuhaastatteluissa syksyllä 2018 haastateltiin työntekijöitä, työsuojelutoimijoita, esimiehiä ja ylintä johtoa yksilö- tai ryhmähaastatteluina. Lisäksi syksyllä 2017 tehtiin välihaastatteluja ja strukturoituja haastatteluja työntekijöille, esimiehille ja keskijohdolle.

Tutkimushaastattelujen ajankohdat, haastateltavien lukumäärät ja teemat on tiivistetty seuraavaan taulukkoon (Taulukko 6), ja taulukon jälkeen niiden teemoja sekä toteutusta ja analysointia on kuvattu tarkemmin.

## Taulukko 6. Tutkimushaastattelujen toteutus, ajankohdat ja lukumäärät sekä haastatteluteemat (osallistujat, ajankohdat)

Haastattelu	Ajankohta	Haastateltavien lkm ja kohde- ryhmä	Teemat
Alkuhaastattelut (puolistrukturoitu teemahaastattelu)	10-12/2016	33 (ylin johto, esimiehet, työn- tekijät)	Turvallisuuden hallinnan käytän- nöt kohdetyöpaikalla Poikkeama- ja vaaratilanneilmoi- tusprosessit Sisälogistiikan turvallisuuteen liit- tyvä koulutus Työturvallisuuden kehittäminen ja digitalisaation mahdollisuudet
Välihaastattelut (puolistrukturoitu teemahaastattelu)	9-10/2017	20 (keskijohto, esimiehet, työn- tekijät)	Turvallisuuden kehittämistoimen- piteet ja muutokset viimeisen vuo- den aikana (mm. poikkeamien käsittely, trukkityökoulutus, puut- tuminen turvattomaan toimintaan, turvallisuuden priorisointi, liiken- teen pelisäännöt) Ylitöiden tekeminen ja muutokset niiden määrässä
Strukturoidut haastattelut	9-10/2017	76 (esimiehet, työntekijät)	Kalustonhallintajärjestelmän käyt- töönotto ja hyödyntäminen
Loppuhaastatte- lut (puolistruktu- roitu teemahaas- tattelu)	10-12/2018	26 (ylin johto, esimiehet, työn- tekijät)	Turvallisuuden kehittämisen toi- menpiteet ja muutokset viimeisen vuoden aikana (mm. työ- ja turval- lisuusohjeet, liikennesäännöt, tur- vallisuudesta puhuminen, vaara- tilanteiden ilmoitusaktiivisuus ja käsittely, trukkityökoulutus, puut- tuminen turvattomaan toimintaan, turvallisuuden priorisointi, ylityö- määrät) Kalustonhallintajärjestelmän käyt- töönotto, hyödyntäminen ja kehit- tämistarpeet Digitalisaatio ja pelillinen oppimi- nen työturvallisuuden kehittämi- sessä



Alku-, väli- ja loppuhaastattelut toteutettiin puolistrukturoituina teemahaastatteluina. Alkuhaastattelussa syksyllä 2016 kartoitettiin osana alkutila-analyysia osallistuvien kohdetyöpaikkojen turvallisuuden hallintakäytäntöjä, poikkeama- ja vaaratilanteiden käsittelyprosesseja, sisälogistiikan turvallisuuteen liittyvää koulutusta sekä haastateltavien näkemyksiä digitalisaation mahdollisuuksista työturvallisuuden kehittämisessä. Seuraavina vuosina toteutettavissa väli- (syksy 2017) ja loppuhaastatteluissa (syksy 2018) kartoitettiin viimeisen vuoden aikana toteutettuja turvallisuuden kehittämistoimenpiteitä ja muutoksia mm. turvallisuuspoikkeamien käsittelyssä, trukikityökoulutuksessa, ei-turvalliseen toimintaan puuttumisessa, turvallisuuden priorisoinnissa, liikenteen pelisäännöissä ja ylityömäärissä. Välihaastatteluissa tarkennettiin lisäksi alkukyselyn tuloksia ja kyselytulosten esittelytilaisuuksissa esiin nousseita asioita yrityskohtaisilla kysymyksillä. Loppuhaastattelussa kysyttiin myös kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotosta, hyödyntämisestä ja kehitystarpeista sekä digitalisaation ja pelillisen oppimisen mahdollisuuksista työturvallisuudessa.

Haastatteluaineisto analysoitiin keräämällä haastateltujen näkemykset haastatteluteemoista yhteen analysointikehikkoon, ja tiivistämällä yrityskohtaista aineistoa etsien siitä yhtäläisyyksiä ja eroja. Analysoinnissa keskityttiin erityisesti projektin tarkastelujakson aikana tehtyihin muutoksiin sisälogistiikan järjestämisessä ja turvallisuuden kehittämisessä kohdeorganisaatioissa. Lopuksi haastatteluhavainnoista kirjoitettiin yhteenveto.

Välihaastattelujen yhteydessä syksyllä 2017 arvioitiin myös kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottovaihetta ja hyödyntämistä strukturoiduilla haastatteluilla kohdetyöpaikoissa. Kuudella kohdetyöpaikalla tehtiin yhteensä 76 haastattelua. Haastateltavista 13 toimi esimiesasemassa ja 63 oli työntekijöitä, joista 9 henkilöstön edustajia (työsuojeluvaltuutettuja ja/tai luottamusmiehiä). Haastattelukysymyksinä oli 11-25 (haastateltavan henkilöstöryhmästä riippuen) kalustonhallintajärjestelmään liittyvää väitettä, joiden toteutumista haastateltavaa pyydettiin arvioimaan kymmenportaisella asteikolla (1 = ei ollenkaan, 10 = erittäin hyvin). Lisäksi haastateltavalla oli mahdollisuus sanoa, että ei tiedä/ei osaa sanoa. Strukturoitujen haastattelujen väitteiden vastausten jakaumat on esitelty kappaleessa 5.9.1.

## 4.6 Interventio 1: Kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotto

Interventiossa 1 käytettiin sisälogistiikan sähköistä hallintajärjestelmää, johon kerääntyy trukin käyttöön ja ajoon liittyvää dataa. Järjestelmä rekisteröi anturilla liikkeen no-



peuden muutoksia eli kiihtyvyyksiä, joita kutsutaan järjestelmässä iskuiksi. Isku ei automaattisesti tarkoita törmäystä, vaan iskuhin sisältyy myös esim. äkkijarrutus. Järjestelmään rekisteröity ns. iskuarvo, joka on nopeuden muutoksen aiheuttama huippuarvo, jota kuvataan X- ja Y-suuntaisilla vektorikomponenteilla. X-komponentti kuvaa pinnan suuntaista kiihtyvyyttä liikesuuntaan ja Y-komponentti sivuttaissuuntaista eli pinnan suuntaista, liikesuuntaa vastaan kohtisuoraista kiihtyvyyttä. Järjestelmässä arvot on esitetty suhteessa painovoimaan (G) siten, että esimerkiksi iskuarvo X20/Y10 tarkoittaa 2G:n suuruista X-suuntaista kiihtyvyysskomponenttia ja 1G:n suuruista Y-suuntaista kiihtyvyysskomponenttia trukin käytön ja trukkiin kohdistuvien iskujen osalta.

Kalustonhallintajärjestelmä, jota tässä tutkimushankkeessa käytettiin tiedonkeruulähteenä, on nimeltään I\_Site, joka on kehitetty työkaluksi yritysten sisälogistiikan johtamiseen. Järjestelmä toimii siten, että trukki varustetaan 3G-yhteydellä toimivalla tiedonkeruuyksiköllä ja tieto siirretään trukeittain langattomasti internetportaaliin. Järjestelmään kirjautuu tiedot trukin käytöstä automaattisesti kuljettajan kirjautuessa trukin käyttäjäksi, minkä hän tekee aina aloittaessaan työskentelyn trukilla.

Kohdetyöpaikat hankkivat kalustonhallintajärjestelmän itselleen ja järjestelmästä saatavaa tietoa hyödynnettiin tässä tutkimushankkeessa. Kalustonhallintajärjestelmän avulla saaduista tiedoista analysoitiin tässä tutkimuksessa kuljettajakohtaisia tietoja mm. heidän työvuorojensa aikana sattuneista iskuista, trukkien käytöstä ja ei-toivottujen tapahtumien sattumisajankohdasta.

Kohdetyöpaikat hyödyntävät kalustonhallintajärjestelmän tuottamaa tietoa omiin tarkoituksiinsa, mutta kohdetyöpaikat sitoutuivat luovuttamaan järjestelmän kautta kerätyn datan hyödynnettäväksi tässä tutkimushankkeessa. Tietoaaineisto kerättiin trukkeihin asennettavan tekniikan avulla ajalta 1.6.2016-16.11.2018. Tutkimushankkeen aineistoon sisältyvien kalustonhallintajärjestelmien tiedonkeruuyksiköiden määrä on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 7).

**Taulukko 7. Kalustonhallintajärjestelmän tiedonkeruuyksiköillä varustettujen trukkien lukumäärä kohdetyöpaikoilla, suunnitelma vs. toteutunut. Kohdeyksiköt merkitty kirjaimilla A-F.**

Tiedonkeruuyksiköiden lukumäärä	A	B	C	D	E	F
Suunnitelma	15	20	0	15	20	50
Toteutunut	0	8	19	8	94	39

#### 4.6.1 Arviointi kalustonhallintajärjestelmän hyödyntämisestä turvallisuuden edistämiseen

Interventiona käytettävän kalustonhallintajärjestelmän hyödyntämistä turvallisuuden edistämiseen arvioitiin vertaamalla toteutumaa järjestelmätoimittajan kuvaamaan ideaaliprosessiin, joka sisältää mm. seuraavia vaiheita:

- Esimiehiä ja työntekijöitä tiedotetaan kalustonhallintajärjestelmän tulosta yritykseen
- Esimiehiä ja työntekijöitä tiedotetaan kalustonhallintajärjestelmän hyödyntämisestä turvallisuuden kehittämiseen
- Esimiehille järjestetään koulutusta järjestelmän käytöstä
- Esimiehille järjestetään koulutusta, miten järjestelmää voi hyödyntää turvallisuuden kehittämiseen
- Työntekijöitä opastetaan kalustonhallintajärjestelmän ominaisuuksista ja tietojä käsitellään yhdessä säännöllisesti
- Kalustonhallintajärjestelmästä saatavien tietojen hyödyntämisestä turvallisuuden edistämiseen on sovittu ja tietoja käsitellään säännöllisesti työpaikalla.

Arviointi on toteutettu luvussa 4.5 kuvattujen strukturoitujen haastatteluiden avulla, joiden tulokset on esitetty luvussa 5.9.1.

#### 4.6.2 Kalustonhallintajärjestelmään kertyvän datan analysointi

Kalustonhallintajärjestelmän toimittaja toimitti tutkijoille raakadatan järjestelmästä. Raakadata tuli kahdessa erillisessä tiedostossa: isku- ja käyttödata. Iskudatasta ilmenee trukkeihin kohdistuneiden iskujen tiedot. Käyttödatassa on nähtävissä trukkien käyttöön liittyviä seikkoja, kuten käyttöaste. Iskudatassa havainnoitiin 347 869 eri as-teista iskua. Käyttödatassa havainnoitiin 754 703 erillistä ajoa. Aineistossa oli yhteensä 168 trukkia, joista 161 oli kokenut iskun tällä ajanjaksolla. Kuljettajia iskudatassa oli 1350 ja käyttödatassa 1494. Konetyyppejä oli viittä erilaista (sähkövastapaino, lavansiirto, keräily, työntömassto, ja pinonta). Datasta on poistettu 12 trukin havainnot. Kyseiset trukit oli kalibroitu tuottamaan iskudataa erilaisilla määritelmillä muihin verrattuna, joten ne eivät olleet vertailukelpoisia. Iskut yhdistettiin kuhunkin laitteesen laitteen ID:n avulla, jotta saatiin analyysissa käytetty data. Analyyseissä käytetyt iskutiedot ovat peräisin kalustonhallintajärjestelmään määritellyistä iskuluokituksista, joka jakautui koviin, keskimääräisiin, sekä kevyihin iskuihin. Tutkimuksessa analysoitiin kalustonhallintajärjestelmään kertyvää dataa, joka koskee erisuuruisten iskujen tai kiihtyvyyksmuutosten määrää, esiintymisajankohtaa sekä iskuhetken nopeutta.

Kalustonhallintajärjestelmästä kertyvää dataa yhdistettiin oppimispelistä kertyneen datan kanssa niiden työntekijöiden osalta, jotka osallistuivat oppimispele-intervention.

## 4.7 Interventio 2: Tutkimuksessa kehitetty oppimispele

### 4.7.1 Taustaa trukinkuljettajien oppimispelille

Alkutila-analyysin yhteydessä selvitettiin trukinkuljettajien tämänhetkinen koulutusprosessi. Nykyisen koulutuksen tueksi kehitettiin Helsingin yliopiston Liikennetutkimusyksikön toteuttaman varastoympäristöön soveltuva vaaratilanteiden ennakoitaitoja kehittävä videopeli, jota tutkimushankkeeseen kutsutut trukinkuljettajat pelasivat. Peli pohjautui pyöräilijöiden vaarojen havaitsemis- ja ennakoitaitopelin (Lehtonen et al. 2015; Sahlberg et al. 2015)

Pelin tavoitteena on parantaa trukinkuljettajien vaarojen ennakoitaitoja. Vaarojen ennakointi perustuu tilannetietoisuuteen (Endsley 1995a; Wickens 2008). Hyvään tilannetietoisuuteen kuuluu havainnot ympäristössä olevista relevanteista kohteista, ymmärrys tilanteesta sekä kyky ennustaa tilanteen on kehittyminen (Crundall 2016). Tilannetietoisuus rakentuu havaintojen ja aikaisempien kokemusten pohjalta. Samalla tilannetietoisuus myös ohjaa aktiivista havaitsemista, esimerkiksi mahdollisten kohteiden etsimistä katseella.

Tilannetietoisuutta mitataan usein SAGAT-menetelmällä (Endsley 1995a). SAGAT-menetelmässä havainnoitava toiminta keskeytetään ja esitetään etukäteen mietittyjä kysymyksiä koskien keskeytettyä tilannetta. Kysymyksillä voidaan selvittää mitä asioita toimija oli ympäristöstä havainnut, miten hän oli tilanteen tulkinut ja miten hän ennustaa tilanteen kehittyvän. Menetelmää on käytetty useissa tutkimuksissa ja sen on havaittu olevan yhteydessä todelliseen suoriutumiseen useissa tehtävissä (Endsley 1995b). Esimerkiksi videopohjaisessa pelissä, jossa video pysähtyy ja häviää näkyvistä ennalta arvaamattomassa kohdassa ja pelaajaa pyydetään valitsemaan joku turvallisuuden kannalta relevantti kohde, kysymykseen vastaaminen arvaamista tarkemmin edellyttää sitä, että pelaaja on jo videota katsellessaan kiinnittänyt huomiota tilanteen kannalta relevantteihin asioihin. Toisin sanoen, hänellä on täytynyt olla riittävä tilannetietoisuus, joka on ohjannut hänen havaintojaan (Jackson, Chapman & Crundall 2009).



#### 4.7.2 Pelin kehittäminen

Oppimispelin aineisto kuvattiin kuutena päivänä osallistujaorganisaatioiden tiloissa ja työympäristöissä lokakuussa 2016. Kaksi trukkia varustettiin työvuoron ajaksi yhdellä tai kahdella (trukkimallista riippuen) Go Pro Hero 4 -videokameralla, jotka kuvasivat varastoympäristöä ja siellä tapahtuvaa toimintaa mahdollisimman hyvin trukinkuljettajan näkökulmasta. Kuvauksia toteutettiin sekä aamu- että iltavuorossa. Kuvauspäivien aikana tallennettiin yli 100 tuntia videokuva.

Video-aineistosta valittiin tutkijoiden asiantuntija-arvion perusteella osuudet, joita käytettiin videopelin tekemiseen. Työterveyslaitoksen tutkijat katsoivat koko videomateriaalin läpi tunnistuen sieltä tilanteita, joissa oli tärkeitä työturvallisuuden kannalta huomioitavia seikkoja, kuten vaaroja, varottavia kulkuneuvoja tai ihmisiä, puutteita työympäristössä. Tällaiset tilanteet leikattiin alle minuutin kestoisiksi videoklippeiksi. Videolla esiintyvien henkilöiden (trukinkuljettaja, muut työntekijät ja vierailijat varastoympäristössä) kasvot käsiteltiin tunnistamattomiksi. Videomateriaalista tehtiin yhteensä 95 videoklippia oppimispelin aineistoksi. Lisäksi kuvattiin tutkijaryhmän toimesta oppimispelin demo- ja harjoitteluversiota varten 11 lavastettua videoklippia Toyota Material Handling Finland Oy:n varastolla Vantaalla, joista neljää käytettiin trukkipelin harjoitteluosiossa. Taulukko 8 esittää kuinka oppimispeliin valitut videoklipit jakaantuivat kuvauspaikkojen suhteen.

**Taulukko 8. Oppimispelissä käytettyjen videoklippien jakautuminen kuvauspaikoittain.**

Kohdetyöpaikka	Osuus videoklippien kokonaismäärästä
Työpaikka A	17 %
Työpaikka B	32 %
Työpaikka C	7 %
Työpaikka D	7 %
Työpaikka E	19 %
Työpaikka F	18 %

Toyota Material Handling Finland Oy:n trukikouluttaja kävi yhdessä hankkeen projektipäällikön kanssa pelin läpi ja otti kantaa valittujen tilanteiden merkitykseen sisälogistiikan työturvallisuuden kannalta.

Pelissä jokaisen videoklipin kohdalla video pysäytettiin ennalta määrättyyn, pelaajan näkökulmasta ennalta arvaamattomaan ajankohtaan ja video peitettiin näkyvis-

tä. Pelaajalle esitettiin kaksi eri sijaintia ruudulla ja kysyttiin kummassako sijainneista oli jokin turvallisuuden kannalta huomioitava seikka. Ajankohta valittiin niin, että työturvallisuuden kannalta huomioitava asia tai henkilö oli selkeästi näkyvässä videon pysähtyessä. Lisäksi valittiin samasta ajankohdasta sijainti, jossa ei ollut mitään turvallisuuden kannalta merkitsevästi asiaa tai henkilöä.

Videoklipeistä valitut kohteet luokiteltiin eri tavoilla. Ensimmäinen luokitus koski kohdetyyppiä, minkä luokat olivat jalankulkijat, trukit, kohteet peileissä, lähestyvien trukien bluespotit sekä muut ympäristön kohteet. Toinen luokitus kertoi, kuinka kauan kohde oli näkyvässä ennen videopysäyttämistä. Luokat olivat alle 1 s, 1-3 s, yli 3 s.

Oppimispeli toteutettiin selainpohjaisesti, jotta peli oli helposti saatavilla työpaikoilla ja pelaajien pelaamistiedot voitiin kerätä keskitetysti. Jokainen pelaaja kirjautui peliin omalla nelimerkkisellä tunnuksella. Ensimmäinen pelikerta alkoi 4 videoklipin harjoituspelillä. Alku-, väli- ja lopputesteissä oli 20 klippiä, ja nk. itsenäisen pelijakson aikana pelaajat pelasivat 10 klipin pituisia harjoittelupelejä.

Pelin pituudesta riippumatta pelin toimintalogiikka oli sama: Peli alkoi videon katse-  
lulla. Jossain vaiheessa video pysähtyi, videokuva hävisi näkyvästä ja pelaajalle esitettiin valintatehtävä. Valinnan jälkeen pelaajalle näytettiin videon pysäytyskuva ja annettiin palaute siitä, oliko vastaus oikein vai väärin. Tehtävän pelillistämiseksi oikeista vastauksista sai ja vääristä vastauksista menetti pisteitä. Oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen ja väärästä menetti yhden. Lisäksi jos vastaus oli nopea (alle 2 s), saadut ja menetetyt pistemäärät tuplattiin.

Pelisuoritusta itsessään voidaan käyttää suorituksen mittaamiseen, koska suoritustiedot tallentuvat pelikoneilta palvelimelle. Vertailukelpoisten mittausten saamiseksi toteutettiin kuitenkin myös alku-, väli- ja lopputestit pelillä osana tutkimusasetelmaa. Näissä testeissä osallistujat pelasivat ennalta valitut tehtävät tutkijoiden läsnä ollessa.

#### 4.7.3 Oppimispelin pilotointi

Oppimispeliä testattiin ja käyttökokemuksia kerättiin ajanjaksolla 13.–21.6.2017.

Kymmenen trukinkuljettajaa ja kymmenen ei-trukinkuljettajaa, yhteensä 20 henkilöä, pelasi muutaman videoklipin tutustumispelin ja 31 videoklippiä sisältäneen pilottipelin läpi hankkeen tutkijan havainnoidessa pelitilannetta vierestä.

Pilottipelaajien taustatiedot (sukupuoli, ikä, kokemus trukilla ajosta, koulutus) selvitettiin ennen pelaamista. Pelaamisen jälkeen testaajaa pyydettiin

- arvioimaan pelikokemusta NASA-TLX kriteeristön (Hart & Staveland 1988) perusteella (6 kohtaa koskien kokeen henkistä ja fyysistä rasittavuutta, kiireen tunnetta, omaa suoriutumista ja ponnistelun tarvetta sekä pelin aikaisia kielteisiä tuntemuksia)
- arvioimaan, kuinka hyvin adjektiivit, hauska, vaikea, tylsä, liian helppo, opettavainen ja jännittävä, kuvaavat peliä sekä kuvaamaan kokemustaan omin sanoin
- ottamaan kantaa, olivatko jotkut videot tai huomioitavat asiat helpompia tai vaikeampia kuin toiset
- kertomaan päätöksenteon/valinnan perusteista
- kertomaan, muuttaisiko pelissä jotain.

Peliä kehitettiin edelleen trukikouluttajan kommenttien ja pilotointiaineiston perusteella. Vastausten perusteella tehtiin muutoksia pisteenlaskutapaan sekä kehitettiin ohjeistusta ennen pelin aloittamista.

#### **4.7.4 Peli-intervention toteutus kohdetyöpaikoilla**

Trukkia työssään ajavia työntekijöitä pyydettiin pelaamaan oppimispeliä osana tutkimushanketta, työajalla ja työpaikalla. Yhteensä 108 pelaajaa kuudella kohdetyöpaikalla osallistui peli-interventioon. Peli-intervention toteutus on kuvattu alla olevassa taulukossa (Taulukko 9).

**Taulukko 9. Oppimispele-intervention toteutus kohdetyöpaikoilla**

<b>Esitietokysely, harjoittelu ja alkutesti</b>	<b>Itsenäinen pelijakso (harjoittelu)*</b>	<b>Välitesti*</b>	<b>Kontrollijakso*</b>	<b>Lopputesti ja arvio pelikokemuksista</b>
Tutkijan läsnä ollessa	Itsenäinen, noin 1 kk pituinen pelijakso	Tutkijan läsnä ollessa	Noin 2 kk pituinen tauko pelämisessä	Tutkijan läsnä ollessa
N = 108	N = 34, pelannut vähintään kerran	N = 92		N = 88
Pelaajan informointi ja ohjeistus peliin	Tutkijat seurasivat peliaktiivisuutta ja muistuttivat pelaajia tekstiviestein	Pelaajat pelasivat 20 videoklipin välitestin tutkijan läsnä ollessa		Pelaajat pelasivat 20 videoklipin lopputestin tutkijan läsnä ollessa
Esitietokyselyn täyttäminen				
4 videoklipin harjoittelupeli + alkutesti (20 klippiä) tutkijan läsnä ollessa	Pelattavissa viisi 10 klippin peliä (yhtä peliä mahdollista pelata myös monta kertaa)			Pelaajat arvioivat pelikokemusta lyhyellä lomakkeella
Ohjeet itsenäiseen pelijaksoon, informointi seuraavista vaiheista	Alkuperäisen suunnitelman mukaan kaikki pelaajat pelaavat harjoittelujakson aikana vähintään 5 peliä, halutessaan enemmän.			

*\*) Itsenäisen pelijakson ja sitä seuraavan välitestin sekä kontrollijakson järjestystä vaihdettiin työpaikkakohtaisesti siten, että osassa yrityksistä itsenäinen pelijakso oli heti alkutestin jälkeen, ja osassa vasta välitestin jälkeen.*

Jokainen pelaaja täytti ennen ensimmäistä pelikertaa esitietolomakkeen, jolla selvitettiin mm. pelaajien ikä, työkokemus trukinkuljettajana, koulutustausta, aiempi pelikokemus, tietokoneen käyttö sekä suhtautuminen tietoteknisiin ratkaisuihin.

Viimeisen pelikerran jälkeen pelaajat arvioivat lyhyellä kyselylomakkeella peliä ja pelikokemuksiaan. Arvioissa käytettiin NASA-TLX lomaketta pelin kuormittavuuden arviointiin. Pelaajia pyydettiin myös arvioimaan, kuvaavatko tietyt adjektiivit peliä ja kuvaamaan pelikokemusta omin sanoin. Lisäksi pelaajilta kysyttiin, alkoivatko he tarkkailemaan työympäristöään eri tavalla pelin pelaamisen jälkeen ja jos kyllä niin miten.

Interventio 2:n toteutuksen onnistumisen Työterveyslaitoksen tutkijaryhmä arvioi seuraavassa taulukossa (Taulukko 10) esitettyjen kriteereiden perusteella. Interventio-kriteereiden toteutuminen on esitetty kappaleessa 5.10.1.

### **Taulukko 10. Tutkimushankkeessa käytetyt interventiokriteerit Intervention 2 (oppimispeli) toteutuksen arvioinnissa.**

<b>Interventiokriteeri</b>	<b>Arviointikohde</b>
Pelaajien tiedottaminen pelistä kohdetyöpaikalla	Miten kohdetyöpaikalla oli tiedotettu etukäteen, oliko osallistuja tietoinen mihin oli osallistumassa
Pelaajien rekrytointi kohdetyöpaikoilla	Miten kohdetyöpaikat onnistuivat motivoimaan koehenkilöitä osallistumaan peli-interventioon
Pelaajien määrä pyydettyyn 20:een verrattuna	Missä määrin toteutui suunniteltu 20 osallistujan joukko
Kirjautumisohjeiden saatavuus	Ohjeiden saatavuus pelikoneen läheisyydessä koko pelijakson ajan
Peliin pääsyn helppous, mahdollisuus irrottautua työstä	Pelaajien kokemus siitä, voiko irrottautua työstä pelaamisen ajaksi
Peliin pääsyn helppous työpaikalla (tekniset edellytykset)	Pelikoneen saatavuus/käytettävyys, verkkoyhteyden toimivuus itsenäisen pelijakson aikana
Peliaktiivisuus: itsenäinen pelijakso	Itsenäisen pelijakson aikana pelattujen pelien määrä
Peliaktiivisuus: välitesti	Välitestin pelanneiden osallistujien määrä
Peliaktiivisuus: lopputesti	Lopputestiin osallistuneiden määrä verrattuna alkutestiin osallistuneiden määrään
Peliolosuhteet: Pelipaikan rauhallisuus	Tilan riittävyys, keskittymisrauha
Kannustaminen peliaktiivisuuteen	Kohdetyöpaikan yhteyshenkilön aktiivisuus pelaajien kannustamiseen itsenäisen pelijakson aikana



Tutkijaryhmä pisteytti jokaisen arviointikohteen asteikolla 1...10. Alkutestissä oli jokaisessa pelikohteessa kaksi tutkijaa, jotta intervention arvioinnin toteutuksen yhteismitallisuus saatiin varmistettua.

## 5 TULOKSET

### 5.1 Alku- ja loppukyselyyn osallistuneet vastaajat

Tutkimuskyselyyn osallistui vuonna 2016 404 vastaajaa ja vuonna 2018 256 vastaajaa. Vuonna 2016 kyselyyn osallistuneista ajoi trukkia 55,2 % ja vuonna 2018 54,6 % (Taulukko 11), eikä trukkia ajavien osuus vastaajista poikennut koko aineiston osalta eri vuosien välillä. Trukkia ajavien osuus vaihtelee kuitenkin kohdetyöpaikkojen välillä ja osassa kohdetyöpaikoista poikkesi merkitsevästi odotusjakaumasta. Lisäksi trukkia ajavien vastaajien jakautuminen eri kohdetyöpaikkoihin eroaa vuosien 2016 ja 2018 välillä.

**Taulukko 11. Trukkia ajavat vastaajat alku- ja loppukyselyssä.**

			Ajaako trukkia		Yhteensä
			kyllä	ei	
			(ainakin pienen osan työajasta)		
Kyselyn	2016	lkm	216	175	391
toteutusvuosi		%	55,2 %	44,8 %	100 %
	2018	lkm	137	114	251
		%	54,6 %	45,4 %	100 %

Kyselytulosten analysoinnissa on käytetty dataa niiden vastaajien osalta, jotka ajavat trukkia työssään ainakin vähän. Vuonna 2016 trukkia ajavista vastaajista 6,9 % työskenteli esimiestehtävissä ja vuonna 2018 10,0 % (Taulukko 12).

**Taulukko 12. Trukkia ajavat alku- ja loppukyselyn vastaajat esimiesaseman mukaan.**

			Toimiiko esimiesasemassa		Yhteensä
			ei	kyllä	
Kyselyn	2016	lkm	188	14	202
toteutusvuosi		%	93,1 %	6,9 %	100 %
	2018	lkm	117	13	130
		%	90,0 %	10,0 %	100 %



Kaikkia trukkeja ajavia tarkasteltaessa esimiesten osuus vastaajista ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi eri vuosien välillä. Yhdessä kohdetyöpaikoista esimiesten osuus kuitenkin poikkesi vuonna 2018 merkitsevästi odotusjakaumasta, millä saattaa olla vaikutusta tuloksiin työpaikkatasolla.

## 5.2 Trukkeja ajavien työvuorot ja työajat

Kyselyssä vastaajia pyydettiin kertomaan, missä työvuorossa he pääasiallisesti työskentelevät (Taulukko 13). Trukkeja työssään käyttävät vastaajat työskentelevät usein useammassa kuin yhdessä vuorossa, ja yleisimmin vuoroyhdistelmällä aamu-, iltä- ja yövuoro (2016: 35,2 % ja 2018: 24,2%). Toiseksi yleisin työvuorotyyppi oli päivävuoro 2016: 12,2 % ja 2018: 19,7%).

**Taulukko 13. Trukkeja ajavat vastaajat pääasiallisen työvuoron mukaan.**

Teetkö pääasiassa:	Kyselyn toteutusvuosi	
	2016	2018
	(n=213)	(n=132)
aamuvuoroa	8,0 %	9,8 %
päivävuoroa	12,2 %	19,7 %
iltavuoroa	8,5 %	8,3 %
yövuoroa	7,5 %	3,8 %
aamu- ja päivävuoroa	4,7 %	0,8 %
aamu- ja iltavuoroa	8,5 %	15,2 %
aamu-, päivä- ja iltavuoroa	8,9 %	11,4 %
aamu-, iltä- ja yövuoroa	35,2 %	24,2 %
aamu-, päivä- ja yövuoroa	6,6 %	1,5 %
aamu- ja yövuoroa		1,5 %
päivä- ja iltavuoroa		0,8 %
iltä- ja yövuoroa		3,0 %

Kyselyssä kartoitettiin, millaisia työpäiviä ja -viikkoja vastaajat työssään tekevät. Alkukyselyyn vastanneista trukkeja työssään käyttävistä henkilöistä 14,6 % kertoi tekevän sitä jatkuvasti ja 16,4 % melko usein yli 8-tuntista työpäivää tai yli 40-tuntista työviikkoa. Loppukyselyssä vastaavat luvut olivat 11% ja 16,9%. (Taulukko 14)



**Taulukko 14. Pitkien työpäivien (yli 8h) tai pitkien työviikkojen (yli 40h) yleisyys trukkia käyttävien vastaajien keskuudessa.**

<b>Kuinka usein teet yli 8-tuntista työpäivää tai yli 40-tuntista työviikkoa?</b>	<b>2016 (n=213)</b>	<b>2018 (n=136)</b>
jatkuvasti	14,6%	11,0%
melko usein	16,4%	16,9%
melko harvoin	64,3%	64,0%
en koskaan	4,7%	8,1%

Myös haastatteluissa kartoitettiin ylitöihin liittyvä asioita. Haastattelujen perusteella ylitöiden tekeminen oli joillain kohdetyöpaikoilla haaste, mutta ei välttämättä kovin suuri. Haastateltujen joukossa aiheutti kuitenkin huolta se, että työkuormaa kertyi ylitöiden muodossa tietyille yksittäisille työntekijöille. Ylityöt liittyivät usein kausittaisiin ruuhkiin.

### 5.3 Trukkityöhön liittyvät häiriö- ja kuormitustilanteet

Alku- ja loppukyselyissä kartoitettiin trukkityöhön liittyvien häiriö- ja kuormitustekijöiden yleisyyttä (Taulukko 15). Sekä alku- että loppukyselyn mukaan yleisimmin esiintyviä häiriö- ja kuormitustekijöitä olivat aikapaineeseen liittyvät haasteet ja näkyvyyteen liittyvät haasteet. Kolmanneksi yleisimpiä olivat sisäliikennejärjestelyihin liittyvät haasteet. Häiriö- ja kuormitustekijöiden yleisyydessä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja vuosien 2016 ja 2018 välillä.

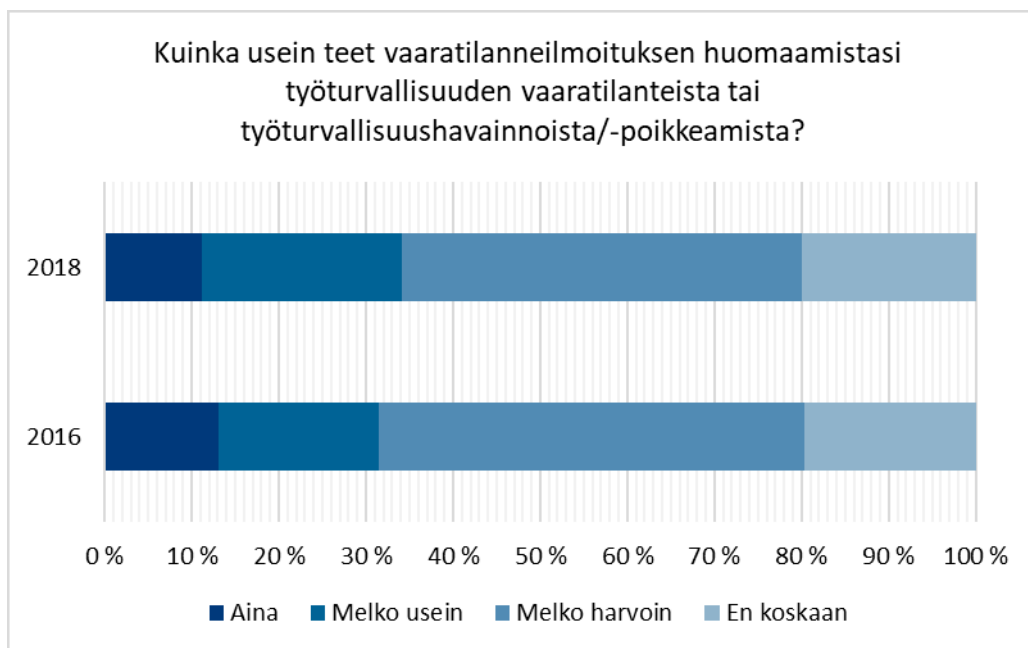


**Taulukko 15. Trukkipöydässä esiintyviä häiriö- ja kuormitustekijöitä.**

Faktori	Väittämien lkm	Cronbachin alfa 2016	2016		2018	
			Keskiarvo (Keskihajonta)	Cronbachin alfa	Keskiarvo (Keskihajonta)	Keskiarvo (Keskihajonta)
Kognitiiviseen toimintaan tai tiedonkäsittelyyn liit- tyvät virheet, haasteet ja häiriöt	8	0.88	2.12 (0.77)	0.77	2.34 (0.79)	
Merkintöihin liittyvät haasteet	2	0.88	2.11 (1.09)	0.78	2.17 (1.01)	
Työssä tarvittavaan tie- toon ja tiedonkulkuun liit- tyvät haasteet	2	0.73	2.46 (1.08)	0.68	2.43 (0.99)	
Aikapaineeseen liittyvät haasteet	2	0.66	3.16 (1.10)	0.64	3.14 (1.14)	
Sisäliikennejärjestelyihin liittyvät haasteet	4	0.84	3.03 (1.12)	0.79	3.19 (1.04)	
Kuorman käsittelyyn tai siirtämiseen liittyvät haas- teet	6	0.84	2.64 (0.95)	0.79	2.70 (1.01)	
Näkyvyyteen liittyvät haasteet	2	0.78	3.52 (1.27)	0.72	3.72 (1.11)	

## 5.4 Vaaratilanteista ilmoittaminen

Alku- ja loppukyselyssä vastaajia pyydettiin arvioimaan, kuinka usein he ilmoittavat havaitsemistaan työturvallisuuden vaaratilanteista tai poikkeamista (Kuva 4). Trukkia ajavien keskuudessa vain noin kolmannes vastaajista ilmoitti aina tai melko usein havaitsemistaan työturvallisuuden poikkeamista tai vaaratilanteista, ja määrä pysyi lähes samana vuosina 2016 (31,5 %) ja 2018 (34,1 %).



Kuva 4. Vaaratilanteista, turvallisuushavainnoista ja -poikkeamista ilmoittaminen trukkia ajavien keskuudessa.

Vastaajia pyydettiin myös arvioimaan, mistä syistä vaaratilanteita, turvallisuushavainnoja tai -poikkeamia saattaa jäädä ilmoittamatta omalla työpaikalla (Taulukko 16). Yleisimmät syyt olivat ilmoitusmenettelyn työläys ja se, ettei ole aikaa ilmoittaa työtehtävien vuoksi. Vastausjakaumat eivät poikkea toisistaan eri vuosina.

**Taulukko 16. Miksi vaaratilanteita, turvallisuushavaintoja- tai poikkeamia saattaa jäädä ilmoittamatta (trukkia ajavat vastaajat).**

<b>Miksi työpaikallasi osa työturvallisuuden vaaratilanteista saattaa jäädä ilmoittamatta?</b>	<b>2016</b>		<b>2018</b>	
	<b>Kyllä</b>	<b>Ei</b>	<b>Kyllä</b>	<b>Ei</b>
Ilmoitusmenettely tuntuu työläältä	50,7 %	49,3 %	50,0 %	50,0 %
En usko, että asialle tehdään mitään	15,0 %	85,0 %	21,4 %	78,6 %
En tiedä miten/kenelle ilmoittaisin	29,9 %	70,1 %	31,2 %	68,8 %
Ei ole aikaa ilmoittaa työtehtävien vuoksi	50,5 %	49,5 %	49,2 %	50,8 %
Korjasin itse asian, joten mielestäni ei ollut enää tarpeen ilmoittaa	22,6 %	77,4 %	15,8 %	84,2 %

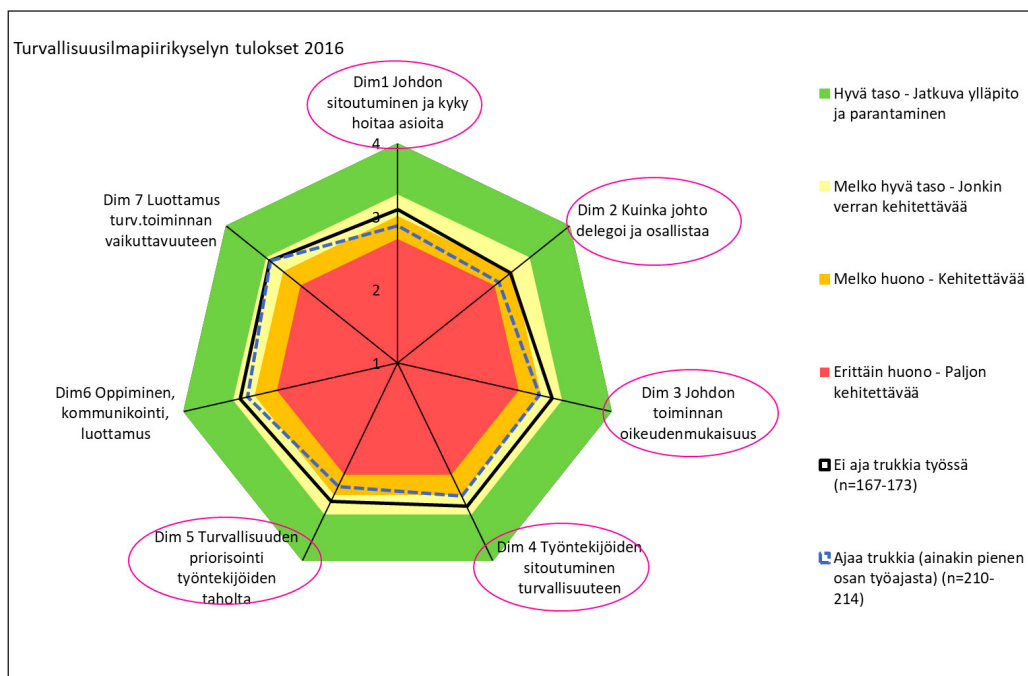
Alkuhaastatteluissa tuli esille erilaisia tapoja, miten vaaratilanneilmoituksia tehdään hankkeessa mukana olevilla kohdetyöpaikoilla. Yleisesti ottaen ilmoittamisaktiivisuudessa koettiin olevan kehitettävää. Loppuhaastatteluissa suurin osa haastateltavista koki, että ilmoittamisaktiivisuudessa oli tapahtunut jonkinlainen muutos parempaan; havaintoja tehdään enemmän ja monipuolisemmin.

Monet haastateltavat kertoivat, että vaaratilanneilmoitusprosessissa ei tapahtunut muutosta tutkimushankkeen aikana, mutta suurin piirtein yhtä moni sanoi, että muutosta tapahtui parempaan suuntaan, tai että tilanne oli hyvä jo hankkeen alussa. Lähes kaikki haastateltavat tunsivat vaaratilanneilmoitusten käsittelyprosessin omalla työpaikallaan.

Usean yrityksen haastateltavat tunnistivat alkuhaastatteluissa kehittämistarpeita vaaratilanneilmoitusten perusteella toteutettavien toimenpiteiden toteuttamisessa ja palautteen antamisessa ilmoituksen tekijälle. Haasteina mainittiin mm. epäselvät vastuut, pitkittyvät aikataulut ja läpinäkyvyyden puute. Esimiehet ja johtajat tunnistivat työntekijöitä enemmän vaaratilanneilmoitusten perusteella toteutettuja toimenpiteitä. Ainakin osassa yrityksistä vaaratilanteiden ilmoitus- ja käsittelyprosessia oli kehitetty seurantajaksolla mm. ottamalla käyttöön sähköinen vaaratilanneilmoitusjärjestelmä, ja toiminta oli loppuhaastattelujen mukaan systemaattisempaa myös toimenpiteiden toteutumisen ja palautteen varmistamisessa.

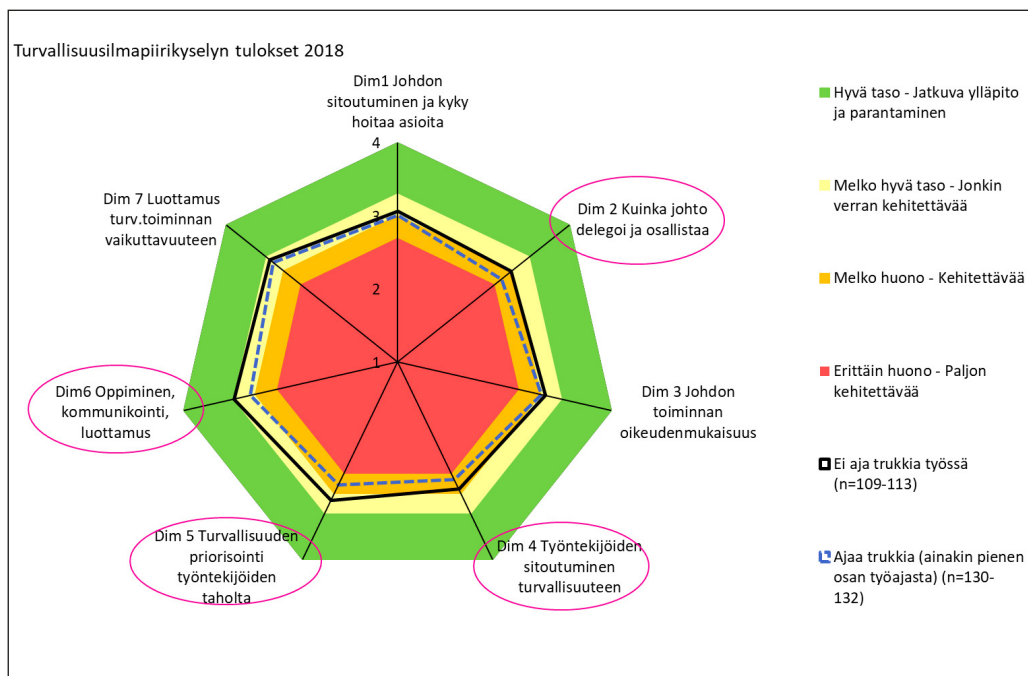
## 5.5 Turvallisuusiilmapiiiri 2016 ja 2018

Turvallisuusiilmapiiirikyselyä käytettiin selvittämään turvallisuusiilmapiiirin lähtötasoa ja siinä mahdollisesti tapahtuvia muutoksia. Turvallisuusiilmapiiirikyselyn tuloksia verrattiin sekä alku- että loppukyselyssä trukkipia työssään käyttävien ja niiden välillä, jotka eivät aja trukkipia työssään (Kuva 5 ja Kuva 6). Ne vastaajat, jotka eivät aja trukkipia työssään, antoivat tilastollisesti merkitsevästi korkeampia arvioita kuin trukkipia työssään ajavat dimensioissa 1-5 (v. 2016) ja dimensioissa 2 sekä 4-5 (v. 2018).

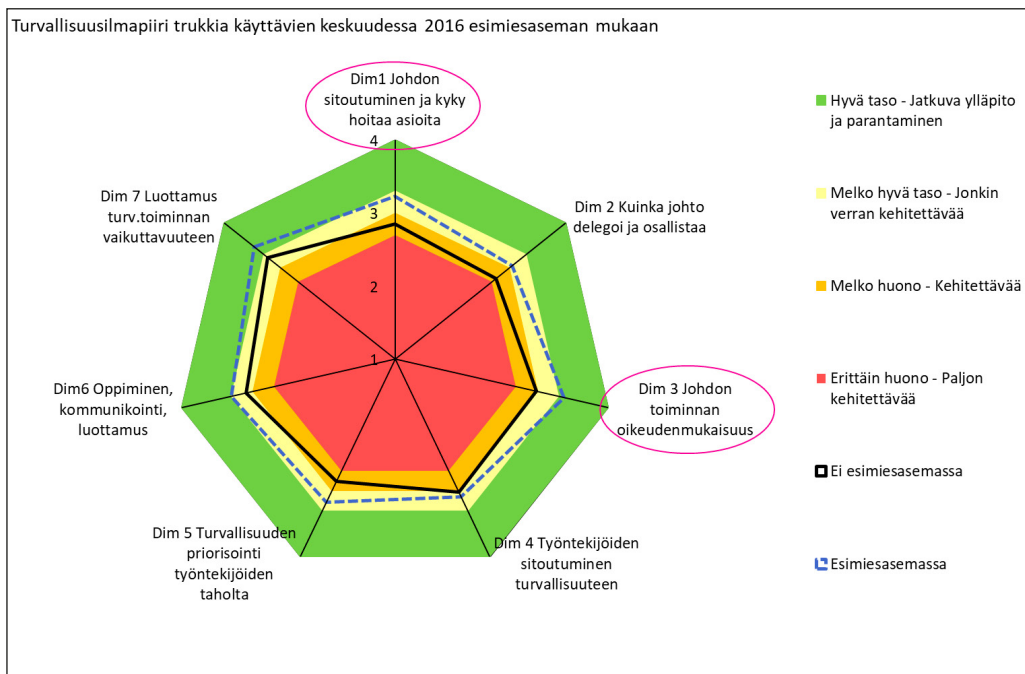


Kuva 5. Turvallisuusiilmapiiirikyselyn tulokset vuonna 2016. Dimensiot, joissa trukkipia ajavien ja ei-trukkipia ajavien vastausten välillä on tilastollisesti merkitsevät erot, on esitetty ympyröimällä.

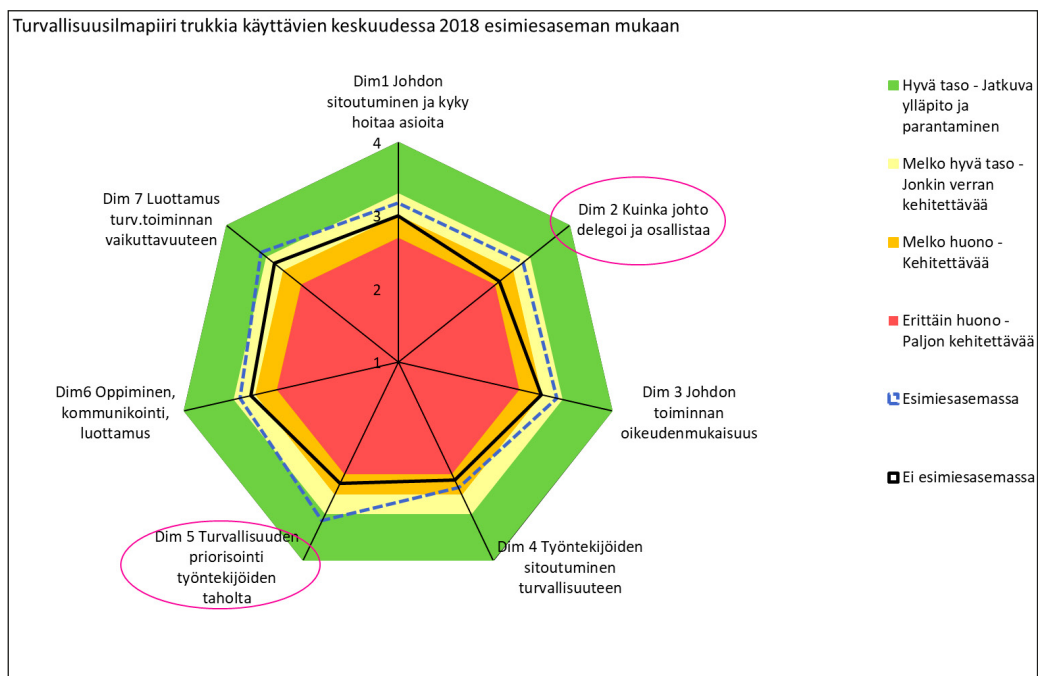
Turvallisuusiilmapiirikyselyn fokuksessa olivat trukkeja ajavat henkilöt, minkä vuoksi tästä eteenpäin tarkastellaan sitä vastaajaryhmää, jotka kertoivat ajavansa trukkeja työssään vähintään osan työajastaan. Kuvissa on esitetty erot esimiesten ja ei esimiesasemassa olevien välillä trukkeja työssään ajavien osalta vuosina 2016 ja 2018 (Kuva 7 ja Kuva 8). Tilastollisesti merkitsevät erot havaittiin vuonna 2016 dimensioiden 1 ja 3 kohdalla ja vuonna 2018 dimensioiden 2 ja 5 kohdalla, joissa esimiesasemassa olevat antoivat merkitsevästi korkeampia arvioita kuin ei esimiesasemassa olevat.



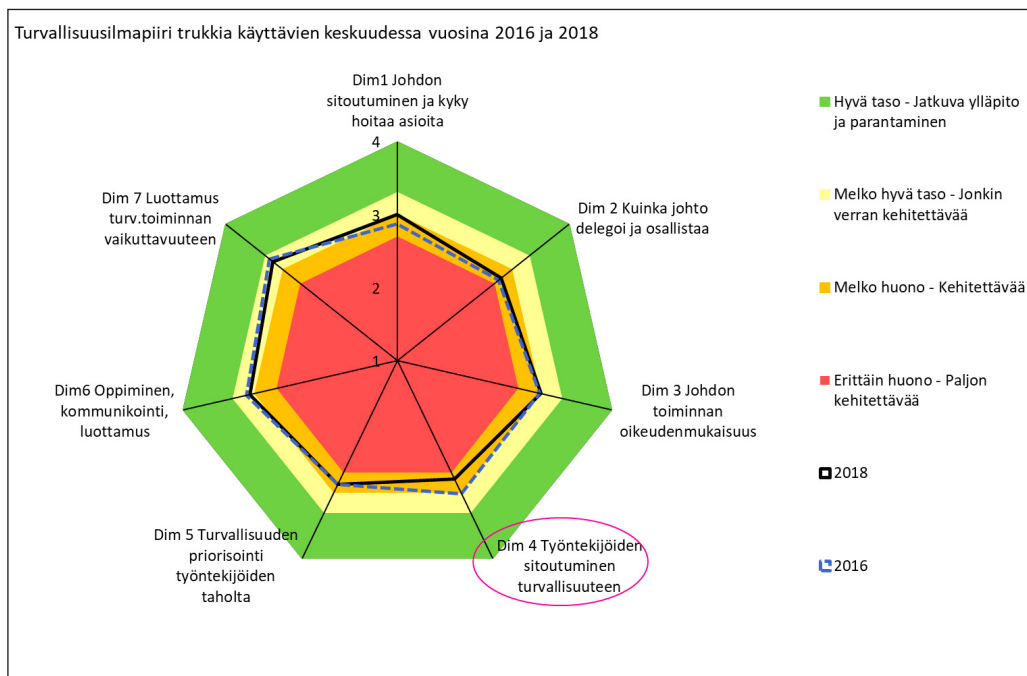
Kuva 6. Turvallisuusiilmapiirikyselyn tulokset vuonna 2018. Dimensiot, joiden vastauksissa on tilastollisesti merkitseviä eroja trukkeja ajavien ja ei-trukkeja ajavien välillä, on esitetty ympyröimällä.



Kuva 7. Turvallisuusilmapiiri trukkia käyttävien keskuudessa vuonna 2016 esimiesaseman mukaan. Dimensiot, joissa on tilastollisesti merkitsevät erot vastaajaryhmien välillä, on esitetty ympyröimällä.



Kuva 8. Turvallisuusilmapiiri trukkia käyttävien keskuudessa vuonna 2018 esimiesaseman mukaan. Dimensiot, joissa on tilastollisesti merkitsevät erot vastaajaryhmien välillä, on esitetty ympyröimällä.



Kuva 9. Turvallisuusilmapiiri truckia käyttävien keskuudessa vuosina 2016 ja 2018. Dimensio, jossa on tilastollisesti merkitsevä ero eri vuosien vastausten välillä, on esitetty ympyröimällä.

Turvallisuusilmapiirikyselyn tuloksia verrattiin alkua- ja loppukyselyn välillä truckia ajavien vastaajien osalta (Kuva 9). Tulokset olivat hyvin samankaltaiset ja ainoa tilastollisesti merkitsevä ero havaittiin dimensiossa 4, jossa vuoden 2018 vastauksissa oli annettu alhaisempia arvioita kuin vuoden 2016 kyselyssä. Tämä selittynee kuitenkin sillä, että truckia ajavien vastaajien jakautuminen eri kohdetyöpaikkoihin eroaa merkittävästi vuosien 2016 ja 2018 välillä. Näin ollen on todennäköistä, ettei mitään merkittävää muutosta turvallisuusilmapiirissä ole tapahtunut mittauskertojen välillä.

## 5.6 Turvallisuuteen liittyvät ohjeet

Haastattelujen mukaan kohdetyöpaikoilla oli paljon erilaisia turvallisuuteen liittyviä ohjeistuksia, esimerkiksi liikenteeseen, henkilönsuojaimiin, työvaiheisiin ja työympäristön siisteyteen liittyen. Kohdetyöpaikoilla tunnistettiin haasteita uusien ohjeiden ja ohjemuutosten tiedoksisaannissa, ja vain osalla kohdetyöpaikoista oli käytäntö, että työntekijöiden on kuitattava saaneensa tiedoksi uuden ohjeistuksen. Vaikka ohjeita pyritään käsittelemään palavereissa, vuorotyön takia ne eivät aina tavoita kaikkia.





Ohjeen sisäistäminen voi myös jäädä pintapuoliseksi. Työntekijät eivät välttämättä pääse osallistumaan ohjeiden suunnitteluun.

Kyselyyn vastanneista vajaa neljännes kohtasi vähintään viikoittain tilanteita, ettei jostain syystä noudata turvallisuusohjeita (Taulukko 17).

**Taulukko 17. Turvallisuusohjeiden noudattaminen.**

		<b>Ei kos- kaan</b>	<b>Vuosit- tain tai harvem- min</b>	<b>Kuukau- sittain</b>	<b>Viikoit- tain</b>	<b>Päivit- tään</b>
Käytännössä voi tulla tilanteita, ettemme aina voi toimia niin turvallisesti kuin haluaisimme. Kuinka usein käy niin, ettet noudata työpaikkasi turvallisuusohjeita?	2016	16 %	40 %	22 %	16 %	7 %
	2018	14 %	29 %	33 %	19 %	5 %

Vastaajia pyydettiin myös arvioimaan, mitkä syyt vaikuttivat siihen, ettei noudateta ohjeita tai toimita turvallisesti (Taulukko 18).

**Taulukko 18. Mitkä tekijät vaikuttavat siihen, ettei noudateta ohjeita tai toimi turvallisesti.**

<b>Missä määrin seuraavat seikat vaikuttavat siihen, ettet aina itse noudata turvallisuusohjeita tai toimi turvallisesti?</b>	<b>Vuosi</b>	<b>Ei vaikuta lainkaan</b>	<b>Vaikuttaa jonkin verran</b>	<b>Vaikuttaa paljon</b>	<b>Vaikuttaa erittäin paljon</b>
Turvallisuusohjeiden noudattaminen heikentää tulospalkkiota/palkkaa	2016	23 %	41 %	19 %	17 %
	2018	16 %	43 %	21 %	21 %
Turvallisuusohjeita on mahdollonta noudattaa tietyissä käytännön tilanteissa	2016	66 %	19 %	11 %	4 %
	2018	66 %	23 %	7 %	4 %
En saa työnantajalta turvalliseen työskentelyyn tarvittavia välineitä (esim. suojaimia ja laitteita)	2016	57 %	27 %	9 %	8 %
	2018	53 %	29 %	13 %	6 %
Suoriutumista mitataan tuotannollisilla mittareilla, joihin turvallisuusasiat eivät sisälly	2016	41 %	35 %	12 %	11 %
	2018	45 %	37 %	12 %	7 %
Työssäni jätetään turvallisuusasioita huomioimatta muiden asettamien aikataulujen vuoksi	2016	67 %	12 %	10 %	12 %
	2018	82 %	4 %	9 %	5 %

Vastausten mukaan eniten vaikutti se, että turvallisuusohjeiden noudattaminen heikentää tulospalkkiota/palkkaa ja suoriutumista mitataan tuotannollisilla mittareilla, joihin turvallisuusasiat eivät sisälly.

## 5.7 Turvallisuuskäytännöt ja turvallisuuden kehittäminen

Haastatteluissa kerättiin tietoa kohdetyöpaikkojen turvallisuuskäytännöistä ja turvallisuuden kehittämisestä. Alkuhaastatteluissa selvitettiin työturvallisuusperehdytyksen toteutusta ja todettiin, että työturvallisuusperehdytystä toteutettiin kaikissa hankkeessa mukana olleissa yrityksissä, mutta toteutuksessa oli yrityskohtaisia eroja. Alkuhaastattelujen perusteella turvallisuus oli melko hyvin esillä ja siihen selvästi panostettiin. Lähes kaikki haastatellut olivat sitä mieltä, että turvallisuus edellä toimitaan. Välihaastatteluissa ei ollut havaittavissa suurta muutosta; moni sanoi, että vaik-



ka tehokkuus on tärkeää niin ei se turvallisuuden edelle mene. Hankkeen aikana toteutetut haastattelut antoivat viitteitä siitä, että tiedonkulku ja turvallisuusasioiden käsittely kehittyivät parempaan suuntaan.

Haastatteluissa kysyttiin turvallisuuteen liittyvistä ohjeistuksista. Sisäistä liikennettä varten oli ohjeita, mutta haastattelujen perusteella liikennesäännöissä oli kehitettävää usealla kohdetyöpaikalla. Sisäiseen liikenteeseen tehtiin parannuksia useimmissa kohdetyöpaikoissa hankkeen aikana. Haastatteluiden perusteella sisäisen liikenteen turvallisuuden parantaminen nähdään edelleen tarpeellisena kehityskohteena. Haastatteluiden perusteella ilmeni toive, että työntekijöiden toiveita huomioitaisiin entistä paremmin laitehankintoja tehtäessä.

Haastateltavilta kysyttiin myös näkemyksiä turvattomaan toimintaan puuttumisesta. Sen osalta vastaukset jakautuivat niihin, joiden mielestä siihen puututaan ja niihin joiden mielestä ei. Esimiesten mukaan turvattomaan toimintaan puututaan useimmiten hyvin tai kohtalaisen hyvin, vaikkakin kehitystarpeitakin tunnistettiin. Työntekijät puolestaan sanoivat esimiehiä useammin, että turvattomaan toimintaan ei aina puututa.

Kaikissa kohdetyöpaikoissa tehtiin muitakin kuin tämän tutkimuksen interventioihin liittyviä toimenpiteitä työturvallisuuden edistämiseksi hankkeen aikana. Parannukset olivat konkreettisia, kuten ajonopeuden lasku tai muita liikkumisen pelisääntöä, perehdytyslistoja ja trukkikoulutuksia. Paremmasta panostuksesta turvallisuuteen kertovat parantunut turvallisuusasioiden läpikäynti ja raportointi. Loppuhaastatteluissa tuli edelleen esille useita muutoksia turvallisuuden parantamiseksi.

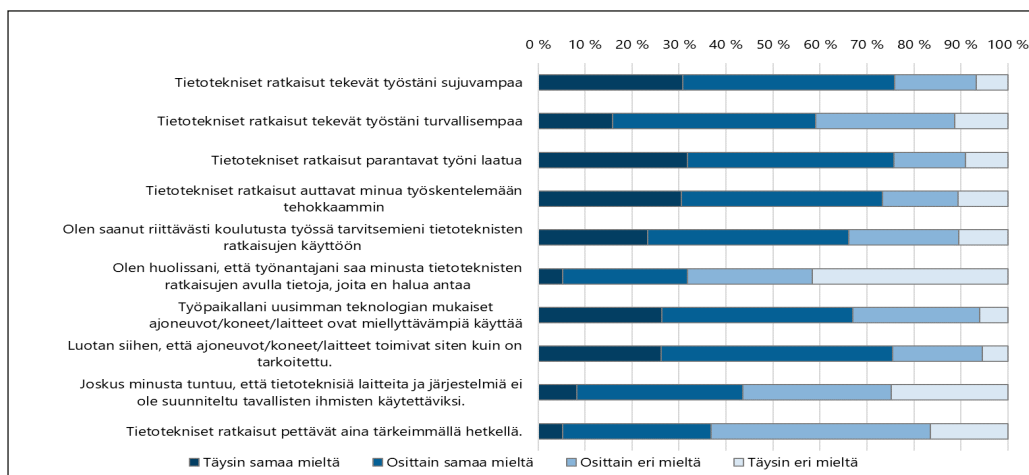
Haastattelujen mukaan kohdetyöpaikkojen käytännöt vaihtelivat trukinkuljettajien osaamisen varmistamisessa ja trukinajoluvan myöntämisessä. Haastateltavien näkemykset erosivat toisistaan kysyttäessä mahdollisuudesta ajaa truckia omalla työpaikalla ilman lupaa: Esimiesten ja johdon mukaan trukinkuljettamisen lupakäytännöt ovat kunnossa, ja truckia työssään ajavilla henkilöillä on siihen luvat eikä truckia ole edes teknisesti mahdollista ottaa käyttöön ilman lupaa. Työntekijät eivät kuitenkaan aina tunnustaneet kirjallista lupakäytäntöä, ja kokivat että ainakin ulkopuolisten kuorma-autonkuljettajien toimesta on mahdollista käyttää työpaikan trukkikalustoa ilman lupaa.

Kaikissa yrityksissä oli järjestetty trukkikoulutusta, mutta sen kesto, toteutustapa ja sisältö vaihtelivat. Haastateltujen johtajien ja esimiesten näkemys trukkikoulutuksen

tasosta ja sen kehittämiseksi tehdyistä toimenpiteistä oli trukinkuljettajien näkemystä positiivisempi. Koulutuksen kehittämistarpeina mainittiin mm. koulutuksen painopisteen siirtäminen teoriasta käytännön tekemiseen, näyttökokeen siirtäminen aitoon (ahtautta ja pimeyttä sisältävään) työympäristöön sekä lisäkoulutus lastaukseen ja kuorman sidontaan.

## 5.8 Kohdetyöpaikkojen näkemyksiä uusista teknologioista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista

Kyselyissä selvitettiin myös vastaajien suhtautumista tietoteknisiin ratkaisuihin. Kaiken kaikkiaan suhtautuminen oli myönteistä. Enemmistö vastaajista oli täysin tai osittain samaa mieltä myönteisten väittämien kanssa, ja täysin tai osittain eri mieltä kielteisten väittämien kanssa. Seuraavassa kuvassa (Kuva 10) on esitetty trukkia työssään käyttävien vastaajien suhtautuminen tietoteknisiin ratkaisuihin. Vastaukset on esitetty loppukyselyn tuloksista, koska alkukyselyn tulokset olivat hyvin yhdenmukaisia loppukyselyn kanssa.



Kuva 10. Trukkia ajavien vastaajien suhtautuminen tietoteknisiin ratkaisuihin (loppukysely vuonna 2018).

Lisäksi loppuhaastatteluiissa kysyttiin mielipidettä, miten pelillisellä oppimisella voitaisiin edistää työturvallisuutta. Yleisesti ottaen pelillisen oppimisen mahdollisuudet nähtiin hyvinä, varsinkin perehdytyksessä. Haastateltavat arvelivat, että vanhemmille työntekijöille digitaaliset ratkaisut ja pelit eivät ole välttämättä yhtä mieluisia tai helpoja kuin nuoremmille työntekijöille. Pelin todentuntuisuuden mahdollinen puuttuminen nähtiin myös haasteena pelilliselle oppimiselle.

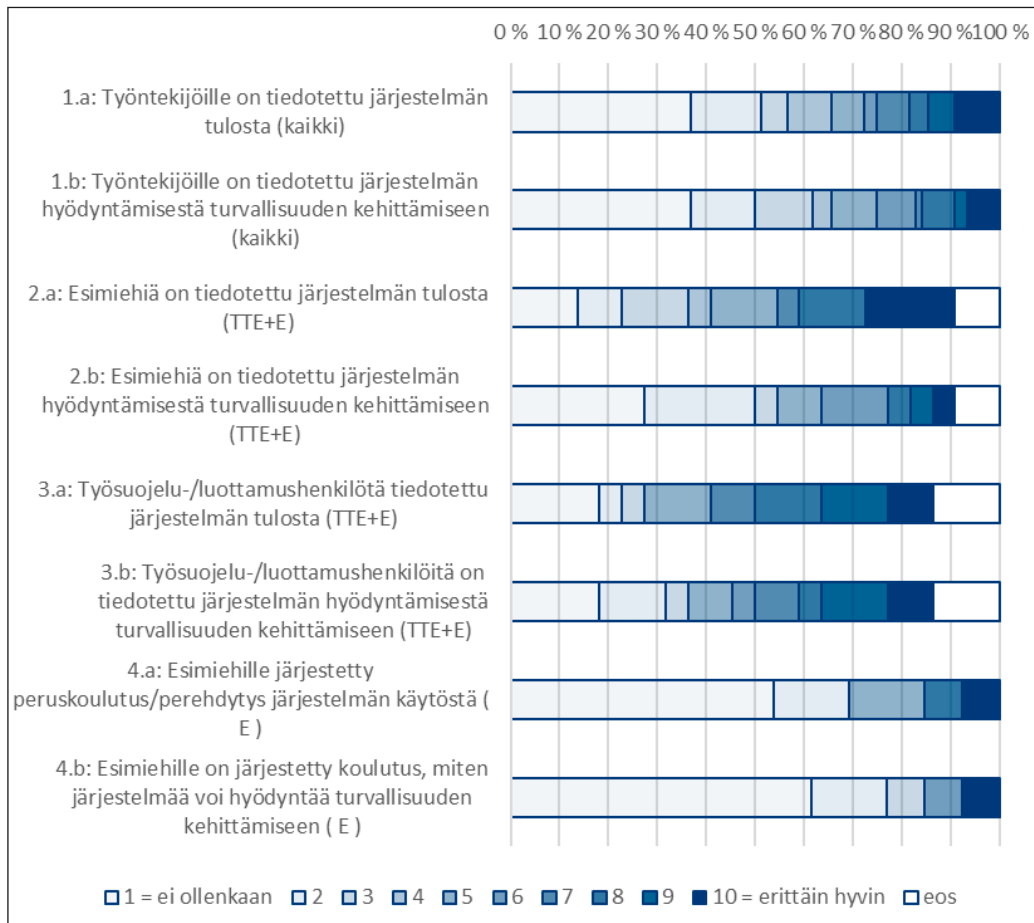
Haastatteluissa nousi esiin ehdotuksia digitalisaation mahdollisuuksia työturvallisuuden parantamiseksi:

- trukin automaattinen jarrutustoiminto anturin havaittua esteen
- kuljetettaviin kuormiin paikannusanturit, joilla kuorman kulkua voi seurata
- ajoreittien optimointi
- pelillistetty oppiminen ratkaisuna kieliongelmiin
- GPS-datan hyödyntäminen läheltäpiti-tilanteiden tutkimisessa
- digitaalisten ratkaisujen (esimerkiksi videot, oppimispelit) hyödyntäminen etenkin koulutuksissa.

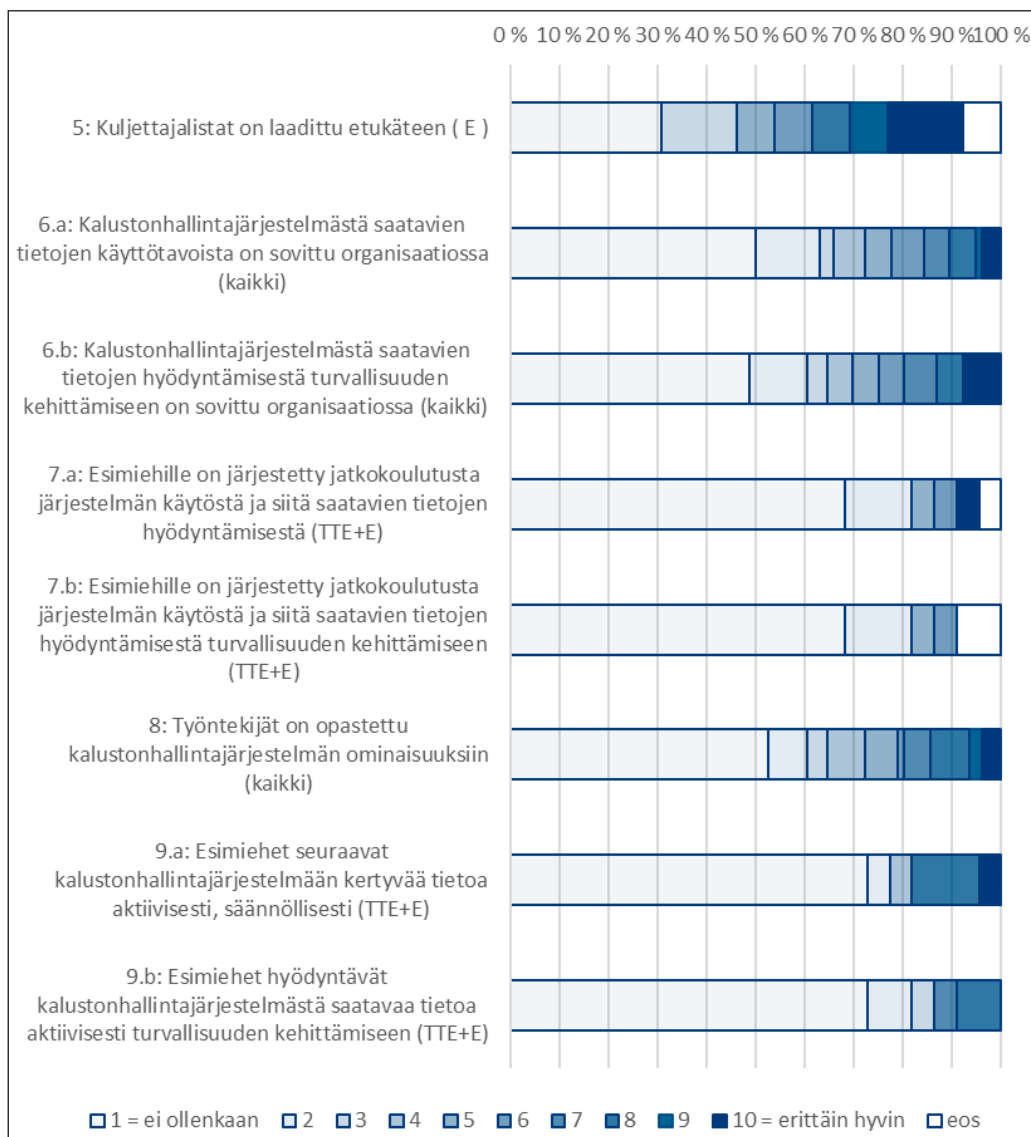
## 5.9 Tuloksia kalustonhallintajärjestelmän käytöstä (interventio 1)

### 5.9.1 Intervention 1 toteutuminen

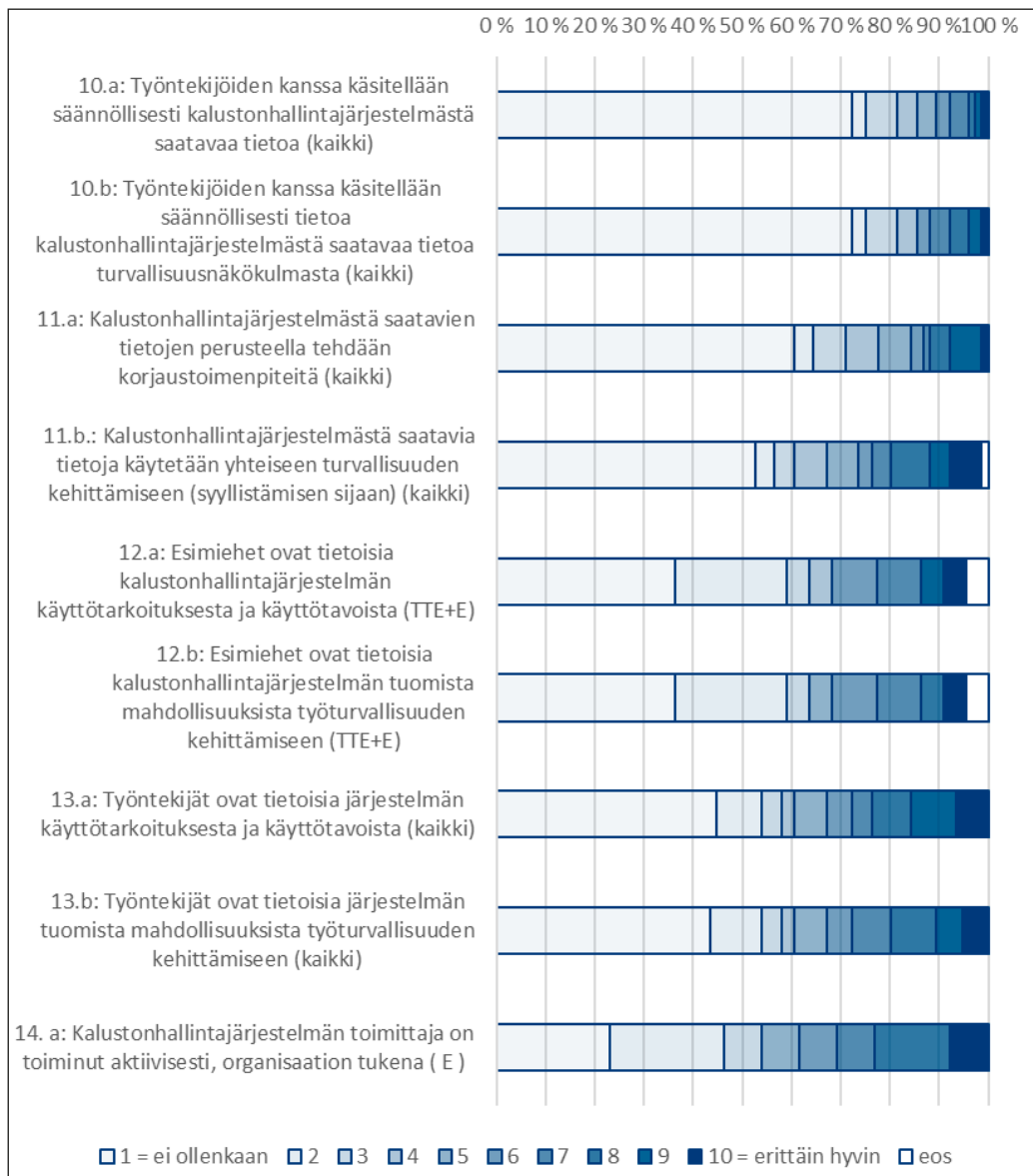
Kalustonhallintajärjestelmän (interventio 1) toteutumista arvioitiin strukturoitujen haastattelujen avulla, ja niiden tulokset kuvaavat kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottoa ja hyödyntämistä. Vastausten jakaumat on esitetty seuraavissa kuvissa (Kuva 11 - Kuva 13).



Kuva 11. Strukturoitujen haastattelujen tulokset koskien kalustonhallintajärjestelmän käyttöä ja hyödyntämistä (1/3). Väitteiden perässä suluissa on kerrottu, mille henkilöstöryhmille kysymys on esitetty haastattelussa; kaikki = kysymys esitettiin kaikille haastateltaville ryhmille (n=76); TTE + E = kysymys esitettiin työntekijöiden edustajille ja esimiehille (n=22); E = kysymys esitettiin esimiesasemassa toimiville haastateltaville (n=13).



Kuva 12. Strukturoitujen haastattelujen tulokset koskien kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottoa ja hyödyntämistä (2/3). Väitteiden perässä suluissa on kerrottu, mille henkilöstöryhmille kysymys on esitetty haastattelussa; kaikki = kysymys esitettiin kaikille haastateltaville ryhmille (n=76); TTE + E = kysymys esitettiin työntekijöiden edustajille ja esimiehille (n=22); E = kysymys esitettiin esimiesasemassa toimiville haastateltaville (n=13).



Kuva 13. Strukturoitujen haastattelujen tulokset koskien kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottoa ja hyödyntämistä (3/3). Väitteiden perässä suluissa on kerrottu, mille henkilöstöryhmille kysymys on esitetty haastattelussa; kaikki = kysymys esitettiin kaikille haastateltaville ryhmille (n=76); TTE + E = kysymys esitettiin työntekijöiden edustajille ja esimiehille (n=22); E = kysymys esitettiin esimiesasemassa toimiville haastateltaville (n=13).



Kuten edellä olleista kuvista havaitaan, haastateltavien arviot kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotosta ja hyödyntämisestä ovat kriittisiä. "1= Ei ollenkaan" -vastanneiden osuus on merkittävä kaikissa kalustonhallintajärjestelmän käyttöönottoa ja hyödyntämistä koskeissa väitteissä. Haastatteluaineiston valossa parhaiten näyttäisi olevan hoidettu esimiesten ja työsuojelu- ja luottamushenkilöiden tiedottaminen järjestelmän tulosta ja hyödyntämisestä turvallisuuden kehittämiseen. Myös väite 5 kuljettajalistojen laatimisesta etukäteen sai positiivisempia arvioita, mutta aineistoa analysoitaessa oli merkkejä siitä, että kalustonhallintajärjestelmän kuljettajalistat oli sekoitettu työvuorolistoihin. Kysymys ei siis ollut riittävän selkeä.

Loppuhaastatteluissa käytiin läpi syitä kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotolle kohdetyöpaikoilla. Perusteet eivät olleet kaikilla tiedossa, mikä tukee edellä esitettyihin väittämiin saatuja vastauksia (Kuva 11 - Kuva 13). Haastattelujen mukaan yrityksissä tavoiteltiin mm. uutta tietoa trukkien käytöstä ja käyttöasteesta, tavoitteena varmistaa trukkilaluston käytön tehokkuutta ja optimoida kustannuksia. Pääosin perusteet kalustonhallintajärjestelmän hankinnalle olivat enemmänkin teknisiä (esimerkiksi akunvarausasteiden seuranta) kuin turvallisuuslähtöisiä. Monet haastateltavista eivät osanneet kertoa, miten kalustonhallintajärjestelmästä saatavaa tietoa hyödynnetään turvallisuuden kehittämisessä tai kokivat, että sitä voisi hyödyntää nykyistä enemmän ja paremmin esimerkiksi sitten, kun useammissa trukeissa olisi tiedonkeruuyksikkö. Yksittäiset haastateltavat vastasivat, että seurantatietoa ja iskutietoa hyödynnetään ja pyritään vaikuttamaan kulttuuriin. Haastateltavien mukaan kalustonhallintajärjestelmää ja sen hyödyntämistä voisi kehittää mm. seuraavilla tavoilla

- hankkimalla avainhenkilöille tietoa järjestelmän ominaisuuksista ja mahdollisuuksista esimerkiksi kouluttautumalla
- avaamalla keskustelua työntekijöiden kanssa
- säätämällä iskuanturin raja-arvot sopivalle tasolle
- varustamalla trukit GPS-paikantimella, jolloin olisi mahdollisuus seurata ajo-  
reittejä ja saada paikkatiedot myös väärinkäyttötapauksista
- lisäämällä yhteistyötä järjestelmän toimittajan kanssa.

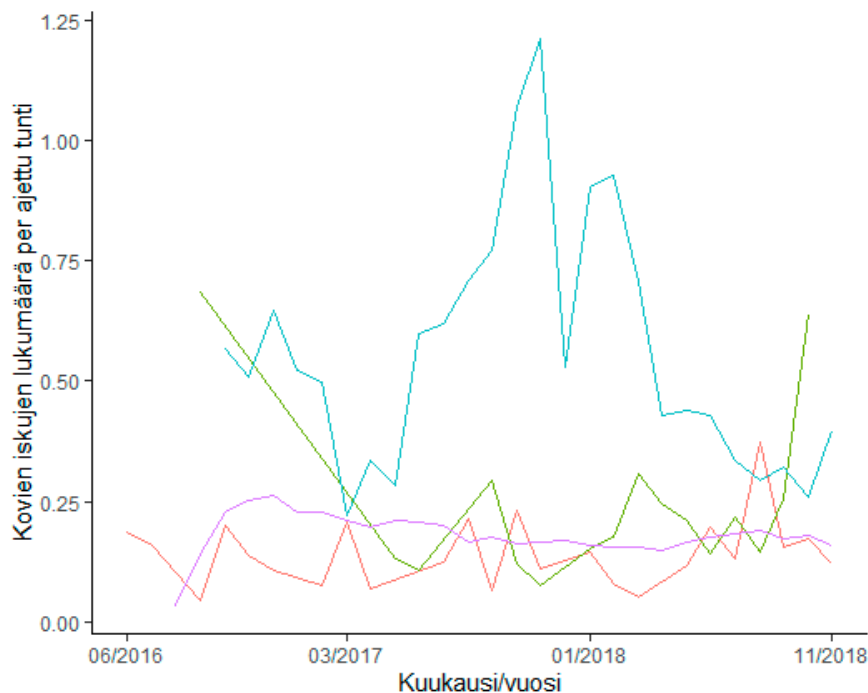
### 5.9.2 Trukkien käyttö ja iskut hankkeen aikana

Kalustonhallintajärjestelmän tiedonkeruuyksiköstä saadusta datasta ilmenee trukki-  
en kokemat iskut, ja seuraavassa taulukossa (Taulukko 19) on esitetty trukkien koke-  
mat iskut ja trukkien ajomäärä. Kun iskujen määrä on suhteutettu ajotunteihin, ha-  
vaitaan että iskujen määrä on hieman laskenut tarkastelujakson aikana.

## Taulukko 19. Trukkien kokemat iskut suhteessa ajomäärään vuosina 2016-2018.

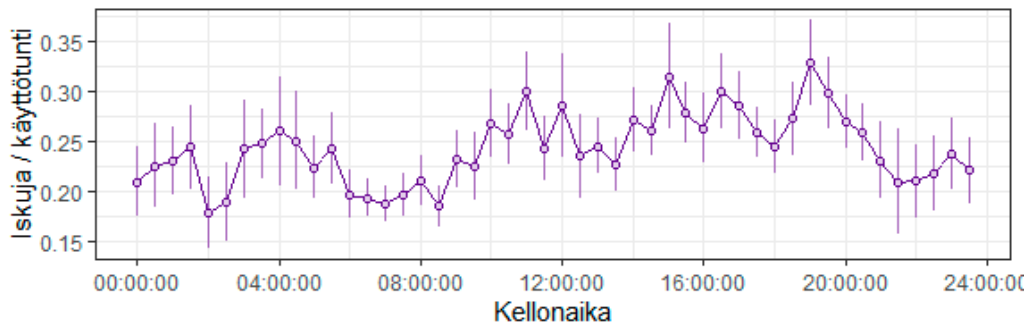
	2016	2017	2018
Ajotunnit	29 557	15 0145	14 9945
Iskut: Kevyet	14 321	55 348	61 284
Iskut: Keskimääräiset	14 744	70 966	66 023
Iskut: Kovat	7 016	3 0391	2 6223
Iskut per ajotunti: Kevyet	0.48	0.37	0.41
Iskut per ajotunti: Keskimääräiset	0.50	0.47	0.44
Iskut per ajotunti: Kovat	0.24	0.20	0.17

Tarkasteltaessa pelkästään kovia iskuja, havaitaan että yritysten välisissä iskujen määrässä on eroja (Kuva 14). Erot selittyvät suureksi osaksi yritysten välisen työympäristöjen, käytettävän kuljetuskaluston ja toiminnan luonteen välisillä eroavaisuuksilla.



Kuva 14. Trukkeihin kohdistuneiden kovien iskujen määrä suhteutettuna ajomäärään kohdetyöpaikoissa tutkimushankkeen aikana. Viivat kuvaavat hankkeeseen osallistuvia yrityksiä.

Tutkimushankkeen aikana esiintyneet trukkeihin kohdistuneet iskut on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 15) sen mukaisesti, mihin aikaan vuorokaudesta isku on tapahtunut. Iskuja esiintyy eniten sellaisina kellonaikoina, jolloin trukkeja käytetään eniten.



Kuva 15. Trukkeihin kohdistuneet kovat iskut jaoteltuna kellonajan mukaan ajanjaksolla 1.6.2016-16.11.2018. Kuvassa esitetty piste esittää keskimääräisen iskun ja pystyviivalla kuvataan iskun vaihteluväliä.

Kalustonhallintajärjestelmästä analysoidun tiedon perusteella trukkien nopeus iskuhetkellä oli pääosin enintään 5km/h. Kalustonhallintajärjestelmään kertyi tutkimushankkeen aikana dataa laajasti ja järjestelmäntoimittajalta oli saatavissa apua dataan liittyvien asioiden tarkistamiseen yrityksissä.

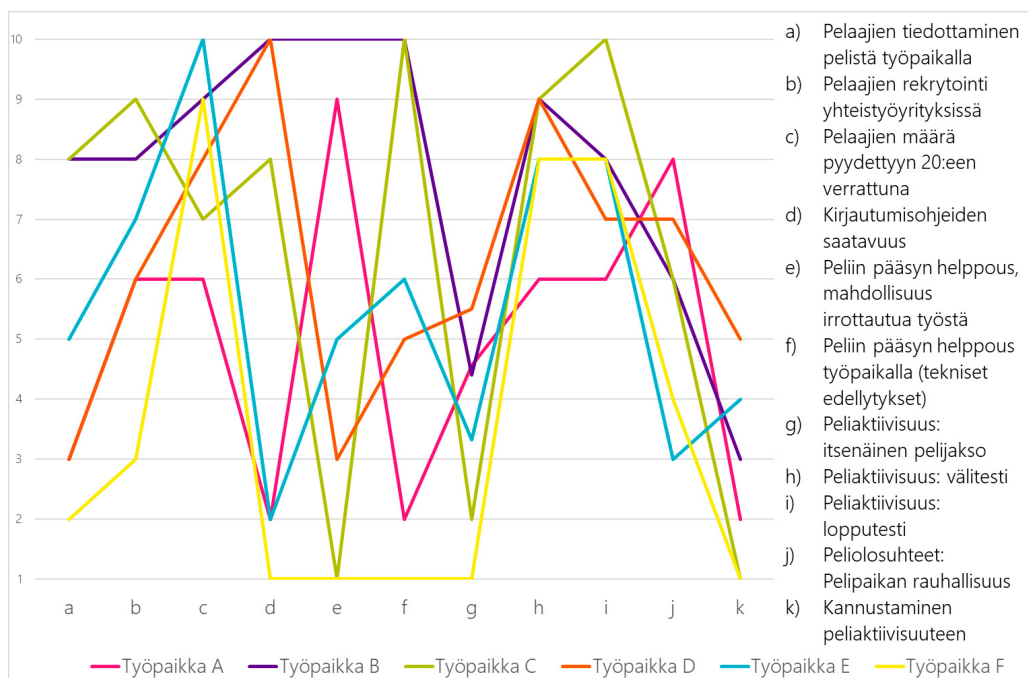
## 5.10 Oppimispeliin liittyvät tulokset

Oppimispelin aloitti 108 trukkia työssään ajavaa henkilöä. Heistä neljäsosa oli yli 50-vuotiaita ja toinen neljäsosa oli 41-50 -vuotiaita. Lähes puolet (48 %) peliin osallistumisen aloittaneista oli ammattikoulun käyneitä ja viidesosa (21,7 %) peruskoulun käyneitä henkilöitä. Peli-intervention aloittaneista lähes puolet (47,2 %) kertoi, että eivät pelaa tietokonepelejä lainkaan ja 26 % ilmoitti pelaavansa tietokonepelejä viikoittain. Muuhun kuin pelaamiseen tietokonetta ilmoitti käyttävänsä 91,7 % osallistuneista.

Oppimispelin aloittaneilta kysyttiin heidän suhtautumistaan tietotekniisiin ratkaisuihin siinä mielessä, että näkevätkö he tietotekniset ratkaisut työn sujuvuuden tai työturvallisuuden kehittämisen kannalta mahdollisina. Lähes kaikki (91,7 %) osallistujat olivat sitä mieltä, että tietotekniset ratkaisut tekevät työstä sujuvampaa. 83,4 % osallistujista näki tietoteknisten ratkaisujen tekevän työstä turvallisempaa.

### 5.10.1 Oppimispelin interventiokriteerien toteutuminen

Oppimispeli-intervention toteutumista kohdetyöpaikoilla arvioitiin interventiokriteerien (Taulukko 10) mukaisesti. Kunkin interventiokriteerin toteutuminen työpaikakohtaisesti on esitetty seuraavassa viivadiagrammikuvaajassa (Kuva 16). Kuten kuvasta voidaan havaita, esimerkiksi pelaajien tiedottaminen (kriteeri a) ja peliin pääsyn helppous (kriteerit e ja f) toteutui hyvin eri tasoisesti eri kohdetyöpaikoilla. Osassa kriteereistä taas vaihteluväli on huomattavasti pienempi: esimerkiksi välitestin osallistumisaktiivisuus (kriteeri h) oli kaikilla kohdetyöpaikoilla suhteellisen hyvällä tasolla ja yrityksen aktiivisuus pelaamaan kannustamisessa (kriteeri k) taas kohtuullisen alhaisella tasolla kaikilla kohdetyöpaikoilla.

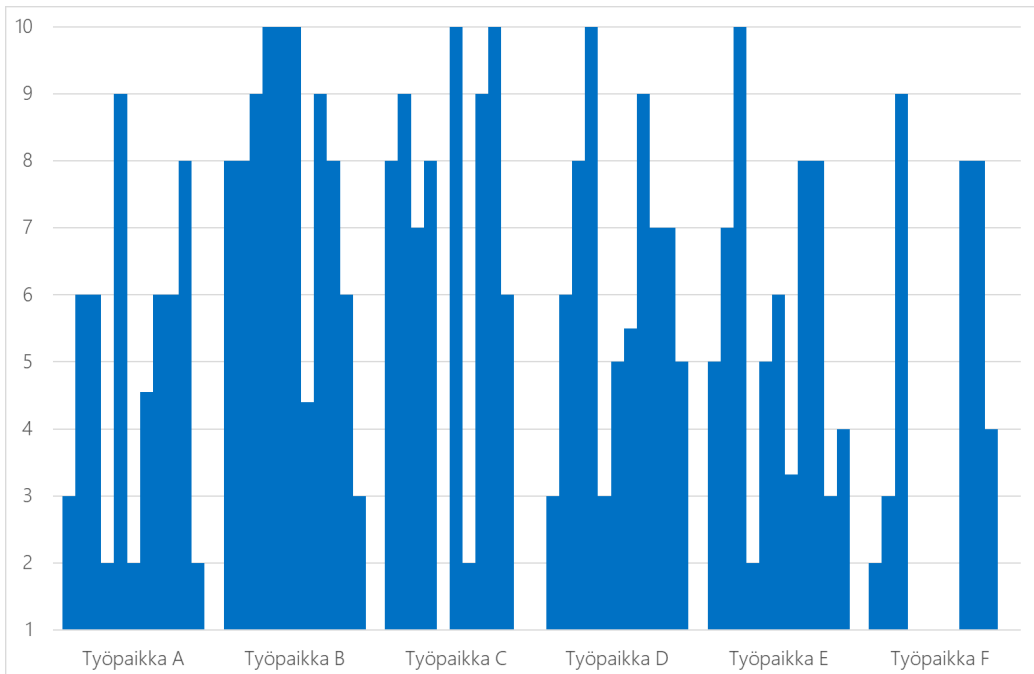


Kuva 16. Oppimispeli-intervention toteutuminen kohdetyöpaikoilla.

Interventiossa osallistujat pelasivat peliä itsenäisen pelijakson (nk. harjoittelujakson) aikana. Alkuperäisenä tarkoituksena oli, että kaikki interventioon osallistuvat pelaavat harjoittelujakson aikana peliä tietyin vähimmäismäärän (5 kertaa) ja halutessaan enemmän. Peliaktiivisuus itsenäisellä pelijaksolla jäi kuitenkin kokonaisuudessaan hyvin matalaksi: puolet alkutestiin osallistuneista pelaajista (54 pelaajaa) ei pelannut itsenäisen pelijakson aikana ollenkaan. Kymmenen pelaajaa pelasi itsenäisen pelijakson aikana yhden pelin, ja 24 pelaajaa enemmän kuin yhden pelin. Osa alkutestin pelanneista ja tutkimukseen mukaan lähteneistä ilmoitti tutkijoille lopettavansa

osallistumisen, ja osalla peliin osallistuneista työntekijöistä jäi interventio 2 kesken, koska heidän työsuhteensa loppui kesken intervention. Pelaajat kertoivat tutkijoille pelaamattomuuden syyksi mm. kiireen töissä, hankaluudet irrottautua töistä pelaamaan, pidemmät poissaolot itsenäisen pelijakson aikana ja hankaluudet päästä internetiyhteydellä varustetulle ja vapaalle pelikoneelle. Osa pelaajista mainitsi pelaamattomuuden syyksi hankaluudet kirjautua peliin (pelin osoite tai pelitunnus hävinnyt). Osa pelaajista kertoi pelanneensa työpaikan kiiretilanteen tai teknisten haasteiden vuoksi peliä kotonakin.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 17) interventiokriteerien toteutuminen on piirretty työpaikkakohtaisena histogrammina havainnollistamaan sitä, miten eri tasoisesti oppimispeli ja siihen liittyvät käytännön järjestelyt kokonaisuudessaan toteutuivat eri kohdetyöpaikoilla. Kuten kuvaajasta nähdään, esimerkiksi kohdetyöpaikalla B toteutui kohtuullisesti tai hyvin suurin osa interventiokriteereistä ja esimerkiksi kohdetyöpaikalla F suurin osa interventiokriteereistä arvioitiin heikosti tai ei ollenkaan toteutuneiksi.

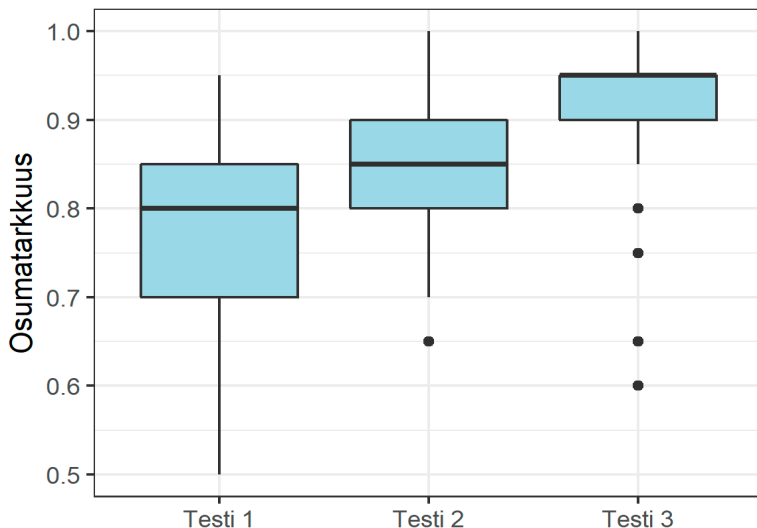


Kuva 17. Oppimispeli-intervention toteutumisen arviointi kohdetyöpaikoilla A-F työpaikkakohtaisesti. Pylväät esittävät yksittäisiä interventiokriteeriä ja asteikko on 1...10 (1=ei toteudu .... 10=toteutuu hyvin).

### 5.10.2 Oppimispelissä kehittymiseen liittyvät tulokset

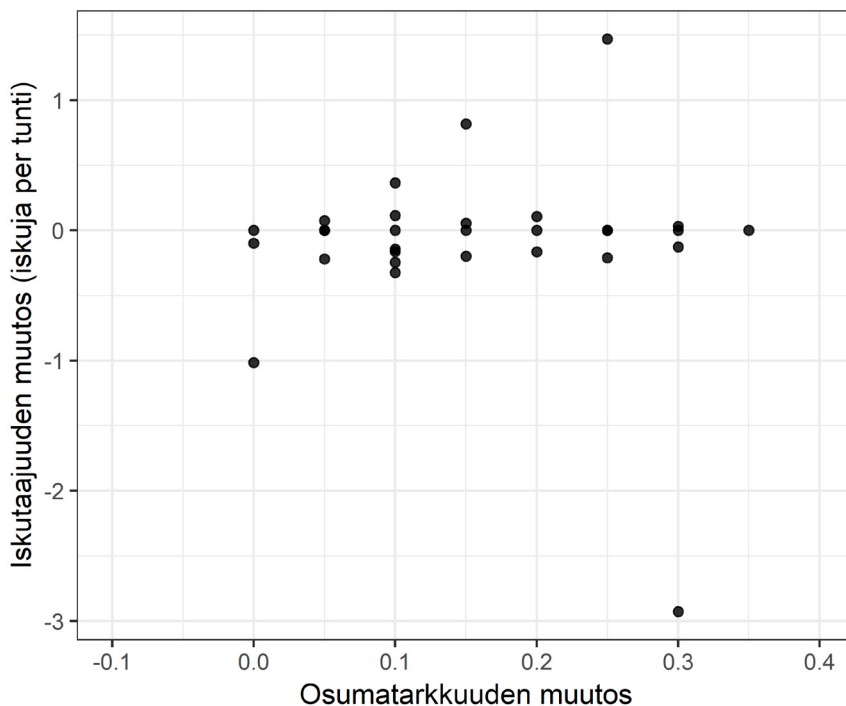
Oppimispelissä kehittymistä arvioitiin osumatarkkuuden paranemisena (oikeiden vastausten osuuden lisääntymisenä kaikista vastauksista) sekä oikean vastauksen valitsemiseen käytetyn ajan perusteella.

Pelaajien osumatarkkuus (oikeiden vastausten osuus kaikista vastauksista) parani pelaamisen myötä, kun tarkasteltiin osumatarkkuuden kehitystä kolmessa testipelissä (Kuva 18) ( $F(2, 158)=66.96$ ,  $p < .01$ , toistomittaus-ANOVA). Itsenäisen pelijakson sijainnilla (joko testipelin 1 ja 2 tai 2 ja 3 välissä) ei ollut tilastollisesti merkitsevää interaktiovaikutusta oppimiseen ( $F(2, 158)=0.14$ ,  $p = 0.86$ ). Pelitaitojen kehittyminen pelaamisen myötä on kuitenkin hyvin odotettavaa. Mielenkiintoisempaa onkin tarkastella, onko osumatarkkuuden kehitys yhteydessä kovien iskujen määrän vähenemiseen, mikä viittaisi siihen, että pelissä opitut taidot on pystytty ottamaan käyttöön todellisessa työympäristössä.



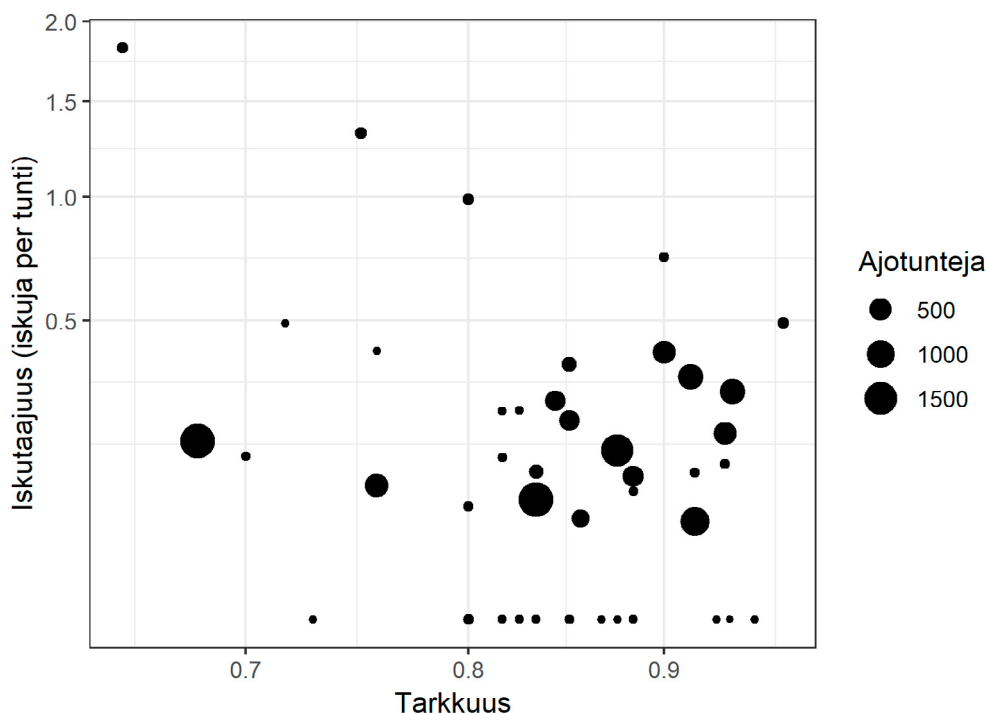
Kuva 18. Osumatarkkuus testeittäin. Boxplot-kuvaajan laatikko kertoo arvojen mediaanin sekä ensimmäisen ja kolmannen neljänneksen sijainnin. Jana kuvastaa jakauman vaihtelua (1,5 kertaa ensimmäisen ja kolmannen neljänneksen väli). Pisteet kuvaavat poikkeavia havaintoja.

Verrattaessa osumatarkkuuden muutosta ensimmäisen ja kolmannen pelin välillä iskutaajuuden (kovia iskuja per ajotunti) muutoksen ennen ja jälkeen intervention, nähdään ettei pelisuorituksen paranemisella ole yhteyttä iskujen määrään (Kuva 19). Iskujen määrä ajotuntia kohden pysyy suhteellisen vakiona muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.



Kuva 19. Osumatarkkuuden muutos (ensimmäisestä kolmanteen testipeliin) ja iskujen muutos (ennen ja jälkeen).

Muutosten lisäksi tarkasteltiin myös pelisuorituksen ja iskujen välistä yhteyttä pelaajatasolla vertaamalla osumatarkkuutta kaikissa testipeleissä iskutaajuuteen koko intervention aikana (Kuva 20). Ennen tarkastelua iskutaajuus linearisoitiin neliöjuurella (mukana olevien nolla arvojen vuoksi) ja osumatarkkuus kymmenkantaisella logaritmilta. Osumatarkkuuden ja iskutaajuuden välillä oli negatiivinen korrelaation ( $r = -0.29$ ,  $p < 0.03$ ). Toisin sanoen pelaajilla, joilla oli hyvä osumatarkkuus, oli yleensä myös vähemmän iskuja ajotuntia kohden.

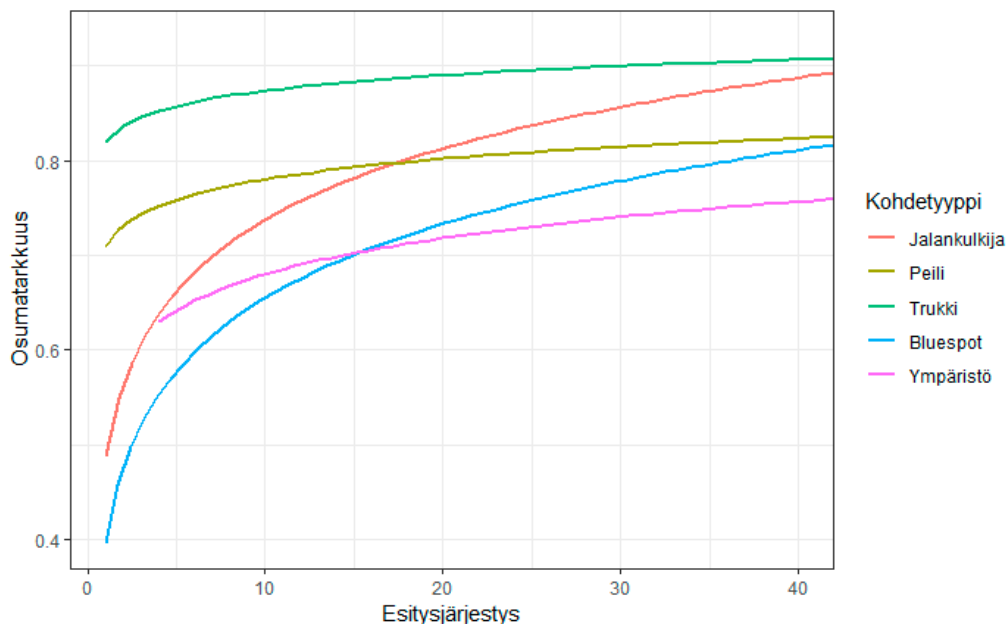


Kuva 20. Osumatarkkuus ja iskutaajuus koko intervention ajalta pelaajittain. Rekisteröityjen ajotuntien määrää on kuvattu pisteen koolla. Y-akselia linearisoitu neliöjuurella ja x-akselia kymmenkantisella logaritmillä.

Osumatarkkuus pelissä parani pelaamisen myötä. Osumatarkkuuden kehitystä tarkasteltiin myös kohdetyypeittäin. Alla olevia oppimiskäyriä (Kuva 21) varten laskettiin oikeiden vastausten osuus kullekin kohdetyypille videon esitysjärjestyksen mukaan. Tämän jälkeen oikeiden vastausten osuuteen sovitettiin suora esitysjärjestyksen logaritmin suhteen. Vastaava analyysi suoritettiin myös kohteen näkyvyyden suhteen. Näin saatuja oppimiskäyriä tulee tulkita suuntaa-antavina, koska niissä ei ole mallinnettu pelaajien välistä vaihtelua.

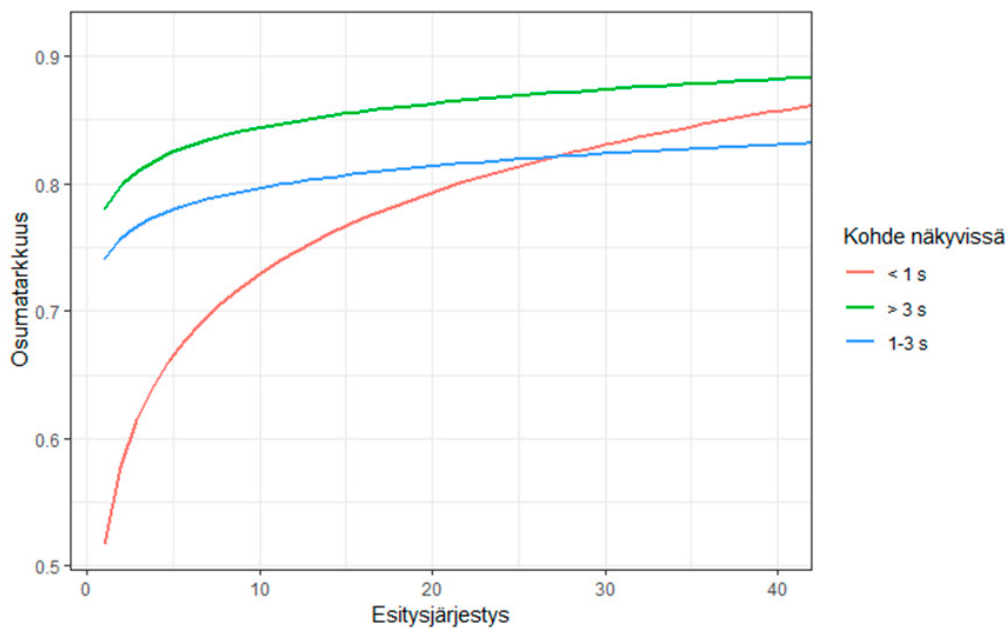
Jalankulkijat ja trukkien bluespotit olivat vaikeita havaita aluksi, mutta osumatarkkuus parani pelin edetessä, kun taas trukit olivat helpoimpia kohteita (Kuva 21). Peilissä olevat ja ympäristöön liittyvät kohteet olivat näiden väliltä. Erot kohteen näkyvyyden suhteen olivat selkeitä.





Kuva 21. Oppimiskäyrät eri kohdetyypeille.

Kohteet, jotka olivat alle 1 s näkyvissä ennen videon pysäytystä olivat aluksi vaikeimpia havaita (Kuva 22). Osumatarkkuus kuitenkin parani pelin edetessä.



Kuva 22. Oppimiskäyrät kohteen näkyvyyden mukaan.

Pelaajia pyydettiin myös arvioimaan pelin kuormittavuutta NASA-TLX-lomakkeella viimeisen testipelin jälkeen (Taulukko 20). Lisäksi heitä pyydettiin valitsemaan joukosta adjektiiveja ne, jotka kuvasivat heidän mielestään parhaiten peliä (Taulukko 21).

Keskimäärin pelaajat arvioivat, että pelaaminen ei ollut fyysisesti rasittavaa, mutta koki jonkin verran aikapainetta. Peli arvioitiin pääasiassa hauskaksi, helpoksi ja hyödylliseksi.

Pelaajilta kysyttiin myös, muuttivatko he käyttäytymistään pelaamisen myötä. 40 % pelaajista vastasi, että he alkoivat tarkkailla enemmän työympäristöään. Erityisesti he kertoivat kiinnittävänsä enemmän huomiota muihin ihmisiin varastossa, bluespotteihin, sekä peiliin.

**Taulukko 20. Pelaajien itsearvioitu kuormitus lopputestin jälkeen**

Väittämä	Keskiarvo	Keskihajonta
Arvioi pelaamisen fyysistä rasittavuutta [1=hyvin matala, 10=hyvin korkea]	1.93	1.64
Arvioi pelaamisen henkistä rasittavuutta [1=hyvin matala, 10=hyvin korkea]	2.94	2.05
Arvioi kuinka paljon pelaaminen aiheutti kiireen tuntua [1=hyvin matala, 10=hyvin korkea]	3.86	2.35
Kuinka hyvin onnistuit pelissä? [1=täydellisesti, 10=epäonnistuin täysin]	4.86	2.51
Kuinka kovasti sinun piti ponnistella pelissä suoriutumisen eteen? [1=hyvin vähän, 10=hyvin paljon]	4.06	2.33
Kuinka epävarmaksi, ärtyneeksi, hermostuneeksi tai stressaantuneeksi koit itsesi pelatessasi? [1=hyvin vähän, 10=hyvin paljon]	2.93	2.08



## Taulukko 21. Pelaajien valitsemat peliä kuvaavat adjektiivit

Kuvaako alla oleva adjektiivi mielestäsi peliä?	Kyllä vastausten osuus
hauska	73,6 %
helppo	64,0 %
hyödyllinen	80,5 %
turha	11,8 %
tylsä	17,4 %
vaikea	17,6 %

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

Turvallisuustietojen perusteella arvioituna hankkeeseen osallistuneet yritykset olivat eritasoisia. Turvallisuus nähtiin tärkeänä jokaisella kohdetyöpaikalla, ja turvallisuuden kehittämiseksi tehtiin toimenpiteitä.

Vaaratilanneilmoitusten merkitys turvallisuuden kehittämisessä oli tunnistettu hankkeen kohdetyöpaikoilla, mutta trukkia ajavien keskuudessa vain noin kolmannes vastaajista kertoi ilmoittavansa aina tai melko usein havaitsemistaan työturvallisuuden poikkeamista tai vaaratilanteista. Kyselytulosten perusteella ilmoitusaktiivisuus pysyi samalla tasolla koko hankkeen ajan. Turvallisuusilmapiirissä ei tapahtunut juurikaan muutoksia vuosien 2016 ja 2018 välillä. Ainoa tilastollisesti merkitsevä muutos oli nähtävissä Dimensiossa 4 työntekijöiden sitoutuminen turvallisuuteen, jossa taso laski vuodesta 2016 vuoteen 2018. Tämä muutos selittyy kuitenkin sillä, että vuoden 2016 ja 2018 välillä oli tilastollisesti merkitsevästi eroa siinä, miten suuri osuus vastaajista tuli kultakin kohdetyöpaikalta.

Tässä hankkeessa, kuten aiempienkin tutkimusten perusteella (esim. Marín, Lipscomb, Cifundes & Punnett, 2019; Bergh, Shahriari & Kines, 2013), esimiestehtävissä olevat arvioivat turvallisuusilmapiirin positiivisemmaksi kuin muut työntekijät. Tämän hankkeen tutkimuskohteena olevat trukinkuljettajat arvioivat turvallisuusilmapiirin heikommaksi kuin muut kyselyyn vastanneet henkilöt. Taustalla vaikuttanee se, että kaikki turvallisuuden edistämiseen liittyvät toiminnot eivät välity trukkia ajavien työntekijöiden tietoisuuteen. Tutkimushaastatteluissa ilmeni myös samansuuntaisia eroja esimiesten ja trukinkuljettajien näkemyksissä siitä, miten työturvallisuuteen liittyviä kehitystoimenpiteitä toteutetaan.

Toisaalta turvallisuusilmapiirissä havaittuihin eroihin vaikuttanee se, että trukkityötä tekevät kohtaavat päivittäin konkreettisia turvallisuuteen vaikuttavia ongelmia, mikä vaikuttaa heidän kokemukseensa turvallisuusasioiden johtamisesta ja hoitamisesta, sekä omista mahdollisuuksistaan toimia turvallisesti työssään. Työn sujuvuuteen ja häiriöihin liittyviä näkemyksiä selvitettiin kyselyiden avulla. Kyselyn vastaajat kokivat yleisimmin aikataulupaineisiin liittyviä, näkyvyyteen sekä sisäliikennejärjestelyihin liittyviä haasteita. Alku- ja loppukyselyn välillä ei ilmennyt muutoksia vastaajien kohtaamien haasteiden yleisyydessä.

Tutkimushankkeessa toteutetut kaksi interventiota liittyivät uudenlaisten teknologioiden hyödyntämiseen turvallisuuden edistämässä. Kyselyvastaajat näkivät tek-

nologian mahdollisuudet työn sujuvuuden ja turvallisuuden edistämiseen erittäin positiivisina, mikä oli hyvä lähtökohta interventioiden toteuttamiselle.

Interventioiden onnistumista arvioitiin kahdella eri tavalla:

- 1) kalustonhallintajärjestelmän hyödyntäminen turvallisuuden edistämiseen arvioitiin vertaamalla toteutumaa siihen, miten ideaaliprosessin mukainen mallin mukaan toimittiin. Vertailutieto kerättiin puolistrukturoitujen haastatteluiden avulla.
- 2) oppimispeli-interventio arvioitiin tutkijoiden muodostamien interventiokriteerien perusteella.

Kalustonhallintajärjestelmän käyttäminen turvallisuuden edistämiseen oli tulosten perusteella hyödyntämätön keino. Kalustonhallintajärjestelmän olemassaolo oli tunnistettu, mutta sen keräämän datan hyödyntäminen ei hankkeen aikana nostanut turvallisuusasioita yhteiseksi puheenaiheeksi eikä dataa hyödynnetty systemaattisesti turvallisuuden kehittämistoimien suunnitteluun.

Kalustonhallintajärjestelmän tiedonkeruuyksiköiden kautta oli nähtävissä, että trukkeihin kohdistuvia iskuja sattui kohdetyöpaikoilla runsaasti. Suuri osa iskuista johtui työympäristöstä (esim. kynnysten ylittämisestä). Iskujen ajankohdat niin ikään olivat suoraan linjassa trukkien käyttöajan kanssa. Tulosten perusteella voidaan todeta, että kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotto ei itsessään vaikuttanut iskujen määrään tai turvallisuustasoon, vaan iskuissa tapahtuvat muutokset olivat seurausta työympäristössä ja -käytännöissä tapahtuneista muutoksista (lattiapintojen kunto, nopeusrajoitukset jne.).

Oppimispeli koettiin piristävänä keinona vaarojen havainnoinnin harjoitteluun, ja osa peli-interventioon osallistuneista totesivatkin pelin edistäneen vaarojen havainnointia myös omassa työympäristössä. Oppimispeli-intervention aikainen kehittyminen pelissä liittyi suurelta osin siihen, että pelaajat tulivat tutuksi pelilogiikan kanssa, joten suoraa johtopäätöstä ei voi tehdä pelin ja työn vaarojen tunnistamisen yhteydestä. Pelaamiseen liittyi oleelliselta osin myös osallistujien aikaisempi kokemus tietokoneen käytöstä: jos henkilöllä oli aikaisempaa pelikokemusta, hänen kehittymisensä tämän hankkeen oppimispelissä oli suurempi kuin niillä, jotka eivät olleet tottuneita tietokoneen käyttäjiä.

Monet työpaikkakohtaiset tekijät vaikuttivat näiden kahden intervention toteutumiseen ja siten myös interventioiden vaikutusten arviointiin. Esimerkiksi kalustonhallin-



tajärjestelmän vaikutusta turvallisuuteen ei voitu arvioida sellaisessa kohdetyöpai-  
kassa, jossa kalustonhallintajärjestelmää ei otettu käyttöön tutkimussuunnitelman  
mukaisesti hankkeen aikana. Oppimispeli-intervention onnistumista heikensi osassa  
tutkimuskohteista mm. se, että itsenäisen pelijakson aikana työntekijöiden pääsy in-  
ternetyhteydellä varustetulle tietokoneelle ei onnistunut tai osallistujat kokivat, että  
töiden puolesta ei ollut mahdollisuutta irrottautua pelaamaan.

Noin kolmivuotisen tutkimusjakson aikana toteutettujen interventioiden vaikutta-  
vuus turvallisuuden kannalta jää monelta osin tulkinnanvaraiseksi interventioiden  
toteutumiseen liittyvien haasteiden vuoksi. Sen sijaan interventioiden läpivienti toi  
esille monia seikkoja, jotka tulee huomioida, kun uusia teknologioita halutaan hyö-  
dyntää turvallisuuden edistämiseen.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisälogistiikan alalle suuntautuva tutkimushanke, jossa arvioitiin kahden erilaisen intervention mahdollisuuksia edistää työturvallisuutta, osoitti käytännössä miten monitahoista toimintaa uuden teknologian tuomien keinojen käyttöönotto edellyttää. Perusedellytykset uuden teknologian käyttöönottoon olivat kohdetyöpaikoilla kunnossa, sillä trukinkuljettajat suhtautuivat kyselyn mukaan positiivisesti uuden teknologian tuomiin mahdollisuuksiin työn sujuvuuden ja turvallisuuden edistämisessä.

Tutkimuksemme perusteella kalustonhallintajärjestelmän käyttöönotto ja ajo-/iskutietojen kerääminen itsessään ei ole vaikuttava toimenpide turvallisuuden kehittämiseen. Nähdäksemme kalustonhallintajärjestelmällä kerättävää tietoa tulisi ensisijaisesti hyödyntää työympäristöjen, ajo-olosuhteiden ja liikennejärjestelyiden kehittämiseen. Mikäli järjestelmän keräämiin tietoihin lisättäisiin paikkatieto, datan avulla voitaisiin tunnistaa työympäristössä niitä kohteita, joissa syntyy eniten iskuja ja kohdentaa toimenpiteitä erityisesti niihin alueisiin. Tutkimuksessamme kävi ilmi, että trukkityötä tekevät kohtaavat työssään usein epäkohtia, kuten aikataulupainetta sekä näkyvyyteen ja sisäliikennejärjestelyihin liittyviä haasteita, joilla voi olla vaikutuksia sekä työn turvallisuuteen että sujuvuuteen, joten työskentely-ympäristön ja -olosuhteiden kehittämiseen kannattaisi panostaa.

Kalustonhallintajärjestelmän tehokas käyttöönotto ja sen keräämän datan hyödyntäminen turvallisuuden edistämiseen edellyttää suunnitelmallisuutta ja toimivaa, tiivistä yhteistyötä linjajohdon, työsuojeluorganisaation ja palvelun toimittajan välillä. Tehokasta käyttöönottoa ja hyödyntämistä edesauttaisi mielestämme ennalta suunniteltu, työpaikkakohtaisesti räätälöitävä kalustonhallintajärjestelmän toimittajan tarjoama ”käyttöönottoprosessi”, joka sisältäisi selkeän käyttöönoton prosessikuvausten ohjeineen sekä esimieskoulutuksia ja viestintämateriaaleja. Prosessin tulisi ohjata ja opastaa työpaikkaa hyödyntämään kalustonhallintajärjestelmän tietoja myös turvallisuuden kehittämässä. Näkemyksemme mukaan kalustonhallintajärjestelmän keräämän datan yhteinen käsittely työpaikalla esimerkiksi vuoropalaverissa edistäisi yhteistä oppimista ja auttaisi valitsemaan tehokkaita korjaustoimenpiteitä. Yksikö- ja kuljettajakohtaisessa palautteessa tulisi pitää näkökulma työympäristön kehittämässä saadun datan avulla, jotta työntekijöille ei jäisi erheellistä käsitystä datan käyttötarkoituksesta.

Tutkimuskyselyn mukaan alle kolmasosa vastaajista ilmoittaa havaitsemistaan vaaratilanteista aina tai melko usein, ja keskeisimmät syyt ilmoittamatta jättämiseen olivat



ajanpuute ja ilmoittamisen vaivalloisuus. Turvallisuuden kehittämistä voisikin hyödyttää myös se, mikäli kalustonhallintajärjestelmän avulla kuljettaja voisi helposti tehdä paikkatietoon kytkeytyvän vaaratilanneilmoituksen tai turvallisuushavainnon.

Lisäksi kalustonhallintajärjestelmää voisi hyödyntää trukinkuljettajien kouluttamisessa, jolloin kuljettajien kanssa voitaisiin perehtyä siihen, minkä suuruisia iskuja eri ajonopeuksista ja -tilanteista voi seurata, ja millaisia vaikutuksia iskuilla voi olla turvallisuuteen ja kuljetettavien tuotteiden laatuun. Kalustonhallintajärjestelmästä saatujen tietojen käsittely yhteisesti lisäisi ymmärrystä siitä, minkä vuoksi tietoja kerätään ja mahdollistaisi yhteisen kehittämisen sisälogistiikan turvallisuuden parantamiseksi.

Työpaikoilla on varmistettava, että trukinkuljettajilla on riittävät tiedot ja taidot sekä työnantajan myöntämä kirjallinen lupa trukin kuljettamiseen. Havaitsimme selkeän eron työntekijöiden ja linjajohdonnäkemyksissä siitä, onko työpaikoilla olemassa kirjalliset luvat trukin ajamiseen. Vastuu lupien antamisessa ja työntekijöiden osaamisen varmistamisessa on työnantajalla, mutta mielestämme olisi tarpeen kirkastaa työntekijöille, miten asia on työpaikalla hoidettu. Tällä tavoin saadaan karsittua epä-tietoisuutta ja päästään yhteisesti keskustelemaan mahdollisista epäkohdista. Trukin ajolupien myöntämiskäytännöistä viestitettäessä työpaikalla kannattaa kertoa myös mikä on käytäntö ulkopuolisten (esim. rekankuljettajien) osaamisen ja luvan varmistamisessa.

Hankkeessa kehitetty oppimispeli koettiin mielekkäänä. Peliin osallistuneet trukinkuljettajat kokivat pelin piristävänä vaihteluna arkeen mutta siitä oli myös hyötyä havainnollistettaessa työssä esiintyviä vaaranpaikkoja. Vaikka pelaaminen ei itsenäisen pelijakson aikana ollut kaikilla mahdollista työpaikalla, ilmeni pelaamiseen halukkuutta siinä määrin, että jotkut osallistujista tekivät itsenäiset pelijaksot vapaa-ajallaan kotoa.

Pelitulokset kehittyivät ajan myötä. Pääsyynä lieenee se, että pelin logiikka tuli osallistujille tutuksi, jonka myötä vastaaminen helpottui. Vaikka tässä hankkeessa ei voitu osoittaa pelaamisen vaikuttaneen suoraan ajossa tapahtuvien iskujen määrään, saatiin viitteitä siitä, että pelaamisella saattaa olla myönteisiä vaikutuksia työturvallisuusasioiden huomioimiseen. Osa pelissä havainnoitavista kohteista oli haastavampia tunnistaa, ja on mahdollista, että nämä kohteet ovat oikeassakin ajotilanteessa haastavia havaita (esimerkiksi hyllyistä ulkonevat tavarat). Hankkeessa toteutetun tyypin oppimispeli saattaisi olla hyödyllinen trukinkuljettajien tilannetietoisuustaitojen tukemisessa. Selkeiden vaikutusten havaitsemiseksi tarvittaisiin kuitenkin enemmän





pelaamista sekä pelaamisen liittämistä muuhun koulutukseen sekä muuta pedagogista tukea.

Pelaamiseen suhtauduttiin kaiken kaikkiaan myönteisesti, mutta on tärkeä tunnistaa, että aikaisemmalla pelaamis- ja tietokoneen käyttökokemuksella on yhteys pelisuoritukseen. Näin ollen ne, joilla on vain niukasti tai ei lainkaan aiempaa pelaamis- ja tietokoneen käyttökokemusta, tarvitsevat enemmän aikaa pelitietokoneen ja itse pelin käytön opetteluun ja saattavat hyötyä turvallisuusoppimisen pelillistämisestä merkittävästi vähemmän kuin ne, joilla on enemmän pelaamis- ja tietokoneen käyttökokemusta. Työpaikoilla kannattaa harkita pelillisen oppimisen ja videoinnin hyödyntämistä trukinkuljettajien ja muiden varastossa työskentelevien ja liikkuvien kouluttamisessa, mutta huomioitava koulutettavien erilaiset valmiudet pelilliseen oppimiseen ja tuettava pelillistä oppimista myös muilla koulutusmenetelmillä.

Uuden teknologian käyttöönotto vaatii yhtä lailla panostusta turvallisuusviestintään kuin mikä tahansa turvallisuuden edistämiseksi tehtävä toimenpide työpaikalla. Ihmisillä on eritasoiset lähtökohdat ja valmiudet digitaalisten ratkaisuiden käyttöönottoon ja hyödyntämiseen, ja tämä tulee huomioida perehdytyksessä ja opastuksessa. Ennen kuin digitaalisia ratkaisuja voidaan hyödyntää turvallisuuden edistämisessä, tulee varmistaa, että asianomaiset osaavat niitä käyttää sekä varmistaa tuen saannin mahdollisuus. Digitaalisten palaute- ja oppimisratkaisujen käyttöönotosta saatavat hyödyt riippuvat siitä, käytetäänkö kertyvää dataa systemaattisesti ja monipuolisesti osana turvallisuuden suunnittelua ja johtamista. Tässä tutkimushankkeessa haasteeksi osoittautui se, että yhteinen keskustelu työpaikoilla intervention tarkoituksesta jäi osittain puuteelliseksi. Tämä havainto puoltaa näkemystämme, että turvallisuus-toimenpiteiden hyödyllisyys edellyttää yhtä lailla sitoutumista kaikilla organisaatio-tasoilla kuin myös jatkuvaa yhteistä keskustelua turvallisuusasioista.



## LÄHTEET

- Bergh, M. & Shahriari, M. & Kines, P. 2013. Occupational safety climate and shift work. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 31:1. S. 403-408.
- Clarke, S. 2006. The relationship between safety climate and safety performance: A meta-analytic review. *Journal of Occupational Health Psychology*. Vol. 11:4. S. 315-327.
- Cohen, H. & Jensen, R. 1984. Measuring the effectiveness of an industrial lift truck safety training program. *Journal of Safety Research*. Vol. 15:3. S. 125-135.
- Connolly, T. M. & Boyle, E. A. & Macarthur, E. & Hailey, T., & Boyle, J. M. 2012. A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*. Vol. 59:2. S. 661-686
- Crundall, D. 2016. Hazard prediction discriminates between novice and experienced drivers. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 86. S. 47-58.
- Denis, D. & St-Vincent, M. & Imbeau, D. & Trudeau, R. 2006. Stock management influence on manual materials handling in two warehouse superstores. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol. 36. S. 191-201.
- Dyregborg, J. 2009. The causal relation between lead and lag indicators. *Safety Science*. Vol. 47:4. S. 474-475.
- Endsley, M. R. 1995a. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*. Vol. 37:1. S. 32-44.
- Endsley, M. R. 1995b. Measurement of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*. Vol. 37:1. S. 65-84.
- Gavious, A. & Mizrahi, S. & Shani, Y. & Minchuk, Y. 2009. The costs of industrial accidents for the organization: Developing methods and tools for evaluation and cost-benefit analysis of investment in safety. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. Vol. 22. S. 434-438.
- Godoe, P. & Johansen, T. S. 2012. Understanding adoption of new technologies: Technology readiness and technology acceptance as an integrated concept. *Journal of European Psychology Students*. Vol. 3:1. S. 38-52. (DOI: <http://doi.org/10.5334/jeps.aq>).
- Goldenhar, L. & Schulte, P. 1994. Intervention Research in Occupational Health and Safety. *Journal of Occupational Medicine*. Vol. 36:7. S. 763-775.
- Guldenmund, F. & Cleal, B. & Mearns, K. 2013. An exploratory study of migrant workers and safety in three European countries. *Safety Science*. Vol. 52. S. 92-99.
- Hameri, A-P. & Lehtonen, J-M. 2001. Production and supply management strategies in Nordic paper mills. *Scandinavian Journal of Management*. Vol. 17. S. 379-396.



- Hart, S. G. & Staveland, L. E. 1988. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. In Hancock, P. A. & Meshkati, N. (eds.). *Human Mental Workload. Advances in Psychology*. Vol. 52. Amsterdam, North Holland. S. 139–183. (DOI:10.1016/S0166-4115(08)62386-9).
- Hinze, J. & Thurman, S. & Wehle, A. 2013. Leading indicators of construction safety performance. *Safety Science*. Vol. 51. S. 23-28.
- Hofmann, D. A. & Mark, B. 2006. An investigation of the relationship between safety climate and medication errors as well as other nurse and patient outcomes. *Personnel Psychology*. Vol. 59. S. 847-869.
- Hofmann, D. A. & Stetzer, A. 1996. A cross-level investigation of factors influencing unsafe behaviors and accidents. *Personnel Psychology*. Vol. 49. S. 307-339.
- Horberry, T. & Larsson, T. & Johnston, I. & Lambert, J. 2004. Forklift safety, traffic engineering and intelligent transport systems: a case study. *Applied Ergonomics*. Vol. 35. S. 575-581.
- Innamaa, S. & Penttinen, M. 2014. Impacts of a green-driving application in city buses on fuel consumption, speeding and passenger comfort. *Intelligent Transport Systems. IET*. Vol. 8:6. S. 435-444.
- Jackson, L. & Chapman, P. & Crundall, D. 2009. What happens next? Predicting other road users' behaviour as a function of driving experience and processing time. *Ergonomics*. Vol. 52:2. S. 154-164.
- Jeschonowski, D. & Schmitz, J. & Wallenburg, C. & Weber, J. 2009. Management control systems in logistics and supply chain management: a literature review. *Logistics Research*. Vol. 1:2. S. 113-127.
- Kines, P. & Lappalainen, J. & Mikkelsen, K. L. & Olsen, E. & Pousette, A. & Tharaldsen, J. & Tómasson K. & Törner, M. 2011. Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol. 41:6. S. 634-646.
- Koskinen, P. 2009. Supply chain challenges and strategies of a global paper manufacturing company. Dissertation. Turku School of Economics. Series A7. 150 s.
- de Koster, R. & Stam, D. & Balk, B. 2011. Accidents happen: The influence of safety-specific transformational leadership, safety consciousness, and hazard reducing systems on warehouse accidents. *Journal of Operations Management*. Vol. 29. S. 753-765.
- Lanoie, P. & Trottier, L. 1998. Costs and Benefits of Preventing Workplace Accidents: Going from a Mechanical to a Manual Handling System. *Journal of Safety Research*. Vol. 29:2. S. 65-75.
- Lehtonen, E. & Havia, V. & Kovanen, A. & Leminen, M. & Saure, E. 2015. Evaluating bicyclists' risk perception using video clips: Comparison of frequent and infre-



- quent city cyclists. *Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour*.
- Mack, K. & Haslegrave, C. & Gray, M. 1995. Usability of manual handling aids for transporting materials. *Applied Ergonomics*. Vol. 26:5. S. 353-364.
- Marín, L.S. & Lipscomb, H. & Cifuentes, M. & Punnett, L. 2019. Perceptions of safety climate across construction personnel: Associations with injury rates. *Safety Science*. Vol. 118. S. 487-496.
- McDonald, C. C. & Goodwin, A. H. & Pradhan, A. K. & Romoser, M. R. E. & Williams, A. F. 2015. A Review of Hazard Anticipation Training Programs for Young Drivers. *Journal of Adolescent Health*. Vol. 57. S. 15–23.
- Moreno, R. & Mayer, R. E. 2005. Role of Guidance, Reflection, and Interactivity in an Agent-Based Multimedia Game. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 97:1. S. 117–128.
- Perttula, P. & Salminen, S. 2012. Workplace accidents in materials transfer in Finland. *Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. Vol. 18:4. S. 541-548.
- Perttula, P. 2013. In-house transport and handling. OSH Wiki. [Viitattu 9.9.2019]. Saatavilla: [http://oshwiki.eu/wiki/In-house\\_transport\\_and\\_handling](http://oshwiki.eu/wiki/In-house_transport_and_handling).
- Perttula, P. & Kiurula, M. & Merjama, J. & Laitinen, H. 2003. Accidents in materials handling at construction sites. *Construction Management and Economics*. 2003. Vol. 21:7. S. 729-736.
- Pintrich, P. R. & de Groot, E. V. 1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 82:1. S. 33-40.
- Reason, J. 1997. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate Publishing Ltd., Hants. 252 s.
- Reiman, T. & Pietikäinen, E. 2012. Leading indicators of system safety - Monitoring and driving the organizational safety potential. *Safety Science*. Vol. 50. S. 1993-2000.
- Roman-Liu, D. 2010. Work-Related Activities: Rules and Methods for Assessment. In: Koradecka, D. (ed.). *Handbook of Occupational Safety and Health*. Boca Raton, CRC Press. S. 483-496.
- Sagberg, F. & Selpi S., & Piccinini, G. F. & Engstrom, J. 2015. A Review of Research on Driving Styles and Road Safety. *Human Factors Society*. Vol. 57:7. S. 1248–1275.
- Sahlberg, H. M. E. & Lehtonen, E. P. & Rovamo, E. & Summala, K. H. I. 2015. Learning game for training child bicyclists' situational awareness for better hazard perception. *International Cycling Safety Conference*. Hannover, Saksa.



- Saric, S. & Bab-Hadiashar, A. & Hoseinnezhad R. & Hocking, I. 2013. Analysis of fork-lift accident trends within Victorian industry. Australia. Safety Science. Vol. 60. S. 176-184.
- Shannon, H. & Robson, L. & Guastello, S. 1999. Methodological criteria for evaluating occupational safety intervention research. Safety Science. Vol. 31. S. 161-179.
- Smallman, C. & John, G. 2001. British directors perspectives on the impact of health and safety on corporate performance. Safety Science. Vol. 38. S. 227-239.
- van Steen, J. 1996. Safety performance measurement. Institution of Chemical Engineers. European Process Safety Centre. Warwickshire, England. 135 s.
- St-Vincent, M. & Denis, D. & Imbeau, D. & Laberge, M. 2005. Work factors affecting manual materials handling in a warehouse superstore. International Journal of Industrial Ergonomics. Vol. 35. S. 33-46.
- Suomen virallinen tilasto (SVT). 2019. Yritysten rakenne- ja tilinpäätöstilasto [verkkojulkaisu]. ISSN=2342-62 17. 2017. Helsinki: Tilastokeskus. [Viitattu 3.6.2019]. Saatavilla: [http://www.stat.fi/til/yrti/2017/yrti\\_2017\\_2018-12-18\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/yrti/2017/yrti_2017_2018-12-18_tie_001_fi.html).
- Tapaturmavakuutuskeskus. 2019. Tapaturmapakki tietokanta. [Viitattu 10.10.2019].
- Törner, M. & Pousette, A. & Kines, P. & Mikkelsen, K. L. & Lappalainen, J. & Tharaldsen, J. & Tómasson, K. 2008. A Nordic questionnaire for assessing safety climate (NOSACQ). In Proceedings of 4th International Conference Working on Safety, Crete, Sept 30-Oct 3.
- Wickens, C. D. 2008. Situation Awareness: Review of Mica Endsley's 1995 Articles on Situation Awareness Theory and Measurement. Human Factors. Vol. 50:3. S. 397-403.
- af Wåhlberg, A. A. E. 2007. Long-term prediction of traffic accident record from bus driver celeration behavior. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics: JOSE. Vol. 13:2. S. 159-171.
- Zohar, D. 2000. A group-level model of safety climate: Testing the effect of group climate on microaccidents in manufacturing jobs. Journal of Applied Psychology, 85. S. 587-596.

Sisälogistiikan työtehtävissä sattuu paljon työtapaturmia ja tavaroiden siirtämiseen liittyvistä työtapaturmista aiheutuu keskimäärin pidempiä sairauspoissaoloja kuin muista työtapaturmista. Toimenpiteitä työtapaturmien vähentämiseksi on tehty sisälogistiikassa ja muuttuva työelämä näyttäytyy myös sisälogistiikassa ja trukinkuljettajien työssä enenevässä määrin teknologisten ratkaisujen käyttöönottona. Uusien teknologioiden käyttöönotto sisälogistiikassa nostaa esille kiinnostavan kysymyksen työturvallisuuden näkökulmasta: Voidaanko uusia teknologioita ratkaisuja hyödyntää myös työturvallisuuden edistämisessä?

Tässä loppuraportissa kuvataan kolmivuotisen interventiotutkimuksen toteutus sisälogistiikan toimialalla, ja tutkimuskohteena oli henkilöt, jotka käyttävät trukkia työssään. Tutkimuksessa käytetyt interventiot olivat trukkeihin liitetty kalustonhallintajärjestelmä sekä hankkeessa kehitetty videopohjainen oppimispeli. Tässä loppuraportissa esitellään interventiotutkimuksen tuloksia sekä keskeisiä johtopäätöksiä.



Työsuojelurahasto  
Arbetskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund



Työterveyslaitos | Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

**TOYOTA**

MATERIAL HANDLING

Työterveyslaitos  
Arbetshälsöinstitutet  
Finnish Institute of Occupational Health

PL 40, 00251 Helsinki

[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)

ISBN 978-952-261-892-4 (nid.)

ISBN 978-952-261-893-1 (PDF)